

**Verletzungsmuster und Beschädigungsbilder
beim Fußgänger-Pkw-Unfall**

Dieter Pfriem

1976

Aus dem Institut für Rechtsmedizin der Universität München

Vorstand: Prof. Dr. med. Wolfgang Spann

Verletzungsmuster und Beschädigungsbilder

beim Fußgänger-Pkw-Unfall

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Dieter Pfriem

aus

München

1975



Mit Genehmigung des Fachbereiches Medizin der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Wolfgang Spann

Mitberichterstatter: -

Dekan: Prof. Dr. med. Wolfgang Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 6. April 1976



Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Einleitung	1
II. Literatur	3
III. Theoretische Betrachtungen	6
IV. Untersuchungsmaterial und Methodik	12
V. Vorstellung der Fälle und Auswertung	18
A) Fallgruppe I	19
B) Fallgruppe II	34
C) Fallgruppe III	48
D) Fallgruppe IV	64
1. Untergruppe IVa	65
2. Untergruppe IVb	76
VI. Vergleich und Diskussion der Fallgruppen: Ergebnisse	89
VII. Schlußbemerkungen	104
VIII. Zusammenfassung	108
IX. Literaturverzeichnis	111
X. Lebenslauf	113

Die vorliegende Arbeit wurde am Institut für Rechtsmedizin, München durchgeführt.

Herrn Prof. Dr. W. SPANN danke ich für die Überlassung des Themas.

Besonders herzlich möchte ich mich bei Herrn Dr. G. BEIER bedanken für die vielen wertvollen Ratschläge, Anregungen und Gespräche.

Mein Dank gilt auch den Münchener Justizbehörden, insbesondere den Herren Oberstaatsanwälten BAER und Dr. HALISCH, sowie der Allianz-Versicherungs-AG, vornehmlich Herrn Prof. DANNER, Herrn Dipl.-Ing. HALM, Herrn MÜHLBAUER und Frau SCHMIDHAMMER für die Erlaubnis zur Auswertung der Unfallakten und die bereitwillige Unterstützung.

I. Einleitung

Durch die theoretische Behandlung des Fußgänger-Kraftwagenunfalles mittels mathematischer Simulation (BEIER, GLÖCKNER) wurde der Einfluß der Anstoßgeometrie (d.i. die von der Gestalt der Fahrzeugfront bestimmte Höhe des primären Anstoßes) auf den Bewegungsablauf des Fußgängers beim Kollisionsvorgang und die dabei entstehenden Verletzungen und Fahrzeugbeschädigungen offenkundig. Die eingehende Kenntnis dieser Beziehungen läßt für die Unfallbegutachtung bei der Klärung von Unfallhergang und Schuldfrage weitreichende Schlussfolgerungen erwarten. So könnte das Verletzungsmuster neben Rückschlüssen auf Anstoßrichtung, Körperhaltung und Bewegungszustand des Fußgängers im Kollisionsmoment auch solche auf Frontkonstruktion und Beschädigungen des Tatfahrzeugs erlauben (Unfallflucht!), und die Geschwindigkeitsabhängigkeit bestimmter Verletzungen die Kollisionsgeschwindigkeit eingrenzen helfen. Ferner könnten Erkenntnisse zur Entschärfung gefährlicher Frontkonstruktionen gewonnen werden. Gerade ein Blick in die Unfallstatistik zeigt, wie notwendig es ist, bei der Entwicklung eines Sicherheitsfahrzeuges auch an die Sicherheit "nach außen" zu denken. Immer noch sind ein Drittel aller Ver-

kehrstoten und nahezu die Hälfte der Schwerverletzten Fußgänger!

Weiter ist die Auswertung von Fußgängerunfällen für die biomechanische Forschung von Interesse, da durch Vergleich der am Modell ermittelten Belastungen mit tatsächlichen Verletzungen die Toleranzgrenzen des menschlichen Körpers abgeschätzt werden können.

Schließlich stellt die Kenntnis der bei Fußgänger-Verkehrsunfällen zu erwartenden Verletzungskombinationen und Verletzungsfolgen eine wertvolle Hilfe für den Kliniker bei der Versorgung des Verunglückten dar.

Im Folgenden wird den eigenen Untersuchungen ein Auszug der von BEIER angestellten theoretischen Überlegungen vorangestellt, da es neben der detaillierten Darstellung von Verletzungen bei Fußgänger-Kraftwagen-Unfällen Ziel der Arbeit war, die dort postulierten Zusammenhänge an Hand tatsächlicher Unfälle zu überprüfen.

II. Literatur

Zum Thema "Verkehrsunfall" gibt es eine Fülle von Schrifttum, doch sind ausführliche kasuistische Untersuchungen von Fußgängerunfällen in der hier vorgelegten Art nicht bekannt.

Von den zahlreichen statistischen Untersuchungen seien zwei Arbeiten von SCHMIDT und KAMIYAMA genannt, die Sektionsprotokolle und Gerichtsakten hinsichtlich Verletzungskombinationen bzw. Zusammenhängen zwischen Aufprallgeschwindigkeiten, Fahrzeugbeschädigungen, Frakturen und "Wurfweite" bei tödlichen Fußgänger-Pkw-Unfällen auswerteten. Von den Autoren wurde jedoch auf unfallmechanische Gesichtspunkte nicht eingegangen.

Die Bestrebungen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit und die Diskussion um die Entwicklung eines Sicherheitsfahrzeuges machen eine Grundlagenforschung nötig, die sich sowohl der theoretischen Analyse des Fußgänger-Verkehrsunfalles als auch des Experiments bedienen muß. Hier sind die Dummy-Experimente von ELSHOLZ zu nennen, die wichtige Meßergebnisse erbrachten. Bei der sehr begrenzten Anzahl von Versuchen wurden jedoch nur Fahrzeuge gleicher Frontkonstruktion (Pontonform) und nur ein Dummytyp verwendet.

Mit Fahrzeugen unterschiedlicher Frontkontur arbeiteten APPEL, KÜHNEL und RAU bei ihren Kollisi-

onsexperimenten mit anthropometrischen Puppen. Hierbei wurde insbesondere der Einfluß der Eigenbewegung des Fußgängers auf die Verformung des Fahrzeugvorbaues untersucht, mit dem Ergebnis, daß aus dem Beulenversatz auf dem Fahrzeugvorbau mit großer Wahrscheinlichkeit auf die Bewegungsrichtung des Fußgängers rückgeschlossen werden kann.

Weniger zahlreich finden sich mathematisch-theoretische Analysen der Unfallmechanik des Fußgänger-Pkw-Unfalles. Die von BEIER vorgelegte Analyse am Zweistabmodell wird, als theoretische Grundlage der vorliegenden Arbeit dienend, im nachfolgenden Kapitel ausführlich dargestellt. GLÖCKNER berichtet von einer Computersimulation, mit der ebenfalls die Auswirkung unterschiedlicher Frontkonstruktionen geprüft wurde. Die Untersuchung zeigt, daß bauchige, abgerundete Motorhauben zu geringeren Belastungen für den Fußgänger führen als eckige, während sehr flache Frontkonstruktionen sich besonders ungünstig auswirken, da hier der Fußgänger mit großer Relativgeschwindigkeit gegen die Windschutzscheibe prallen soll. Allerdings dürfte das verwendete Einstabmodell eine zu starke Vereinfachung der wirklichen Situation darstellen.

Weiter ist eine amerikanische Forschungsarbeit des Cornell Aeronautical Laboratory zu nennen,

bei der zur Simulation ein verfeinertes Zweistabmodell verwendet wurde. Die Simulation wurde jedoch nur am Pkw des Pontontyps durchgeführt.

Arbeiten, in denen durch Auswertung realer Fußgängerunfälle die Brauchbarkeit von theoretischen Modellen geprüft und die Beziehungen zwischen den hier, wie auch im Experiment ermittelten Belastungen und den tatsächlichen Verletzungen untersucht werden, lagen bisher nicht vor. Erst nach Fertigstellung der vorliegenden Arbeit wurden erste Ergebnisse von WANDERER und WEBER sowie von STÜRTZ et al. über den Einfluß von Fahrzeugstrukturen auf die Verletzungsschwere von Fußgängern aufgrund interdisziplinärer Forschung am Unfallort mitgeteilt.

III. Theoretische Betrachtungen

Beim Kollisionsvorgang zwischen Fußgänger und Kraftfahrzeug werden nach ELSHOLZ im Wesentlichen folgende Parameter wirksam:

1. Kollisionsgeschwindigkeit
2. Form der Fahrzeugfront
3. Steifheit der Fahrzeugstrukturen
4. Fahrzeuggewicht
5. Alter, Größe und Gewicht des Fußgängers
6. Anstoßposition des Fußgängers

Diese Einflußgrößen wirken sich allerdings verschieden stark aus. Aufgrund theoretischer Untersuchungen am Zweistabmodell (BEIER) wurde bekannt, daß neben der Kollisionsgeschwindigkeit vor allem der Anstoßgeometrie (d.i. der durch die Gestalt der Fahrzeugfront bzw. die Größe des Fußgängers gegebene Abstand des ersten Anstoßes vom Körperschwerpunkt) große Bedeutung für die Unfallmechanik und damit für die Art, Verteilung und den Schweregrad der beim Fußgänger entstehenden Verletzungen zukommt. Von BEIER wurde eine Einteilung in 4 Fallgruppen vorgenommen, mit der Höhe des Primärstoßes als Auswahlkriterium.

Fallgruppe I (s. Abb. 2) ist charakterisiert durch den hochflächigen Anstoß bei Fahrzeugen mit kastenförmiger Bauweise, wie z.B. beim VW-Kleinbus oder bei der Straßenbahn. Hier erstreckt sich die erste

und einzige Kontaktzone fast über den gesamten Körper. Der Kopf ist primär allerdings nur bei dorsalem bzw. ventralem Stoß miteinbezogen, während er bei lateralem Anstoß seitliche Bewegungsfreiheit besitzt und die Halswirbelsäule einer Scher-Zugbeanspruchung aussetzt.

Weitaus komplizierter sind die Verhältnisse bei Personenkraftwagen als Kollisionspartner. Zur Beurteilung der Bewegungsmechanik wird der menschliche Körper durch ein einfaches Zweistabmodell beschrieben, bei dem vereinfachend unterstellt wird, daß Ober- und Unterkörper über ein nach allen Seiten reibungsfrei bewegliches Gelenk verbunden sind (s. Abb. 1).

Es lassen sich drei weitere Fallgruppen definieren, die sich hinsichtlich der auftretenden Belastungen, insbesondere während der Rotationsphase und beim 2. Kontakt in charakteristischer Weise voneinander unterscheiden.

Fallgruppe II (s. Abb. 2) ist gekennzeichnet durch den Anstoß im Bereich des Schwerpunkts, gleichzusetzen mit dem Becken des Fußgängers. Voraussetzung hierfür ist bei den derzeitigen Pkw-Bauformen, wie die Untersuchung zeigte, eine Körpergröße unter 1,60m. Infolge der Rotation des Oberkörpers um die Haubenkante wirkt auf Brust- und Halswirbelsäule eine Zugbeanspruchung, die sehr hohe Werte erlangen kann. Beim Aufschlag auf die Fronthaube erreicht der Kopf (in Aufschlagrichtung) etwa eineinhalbfache Fahrzeuggeschwindigkeit. Das zu erwartende Verletzungsbild dürf-

te sich aus Verletzungen des Beckens, des Schädels, der Wirbelsäule und der Unterschenkel zusammensetzen.

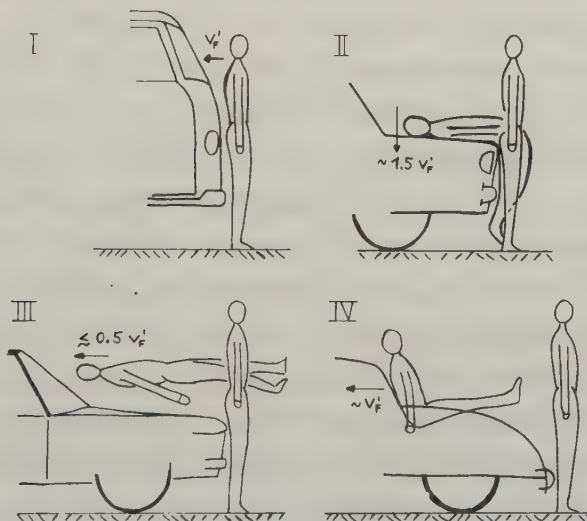


Abb. 2: Schematische Darstellung der kritischen Situationen beim ersten und ggf. zweiten Kontakt mit dem Fahrzeug: I) Flächiger Anstoß bei kastenförmiger Fahrzeugfront; II) Anstoß im Schwerpunkt des Fußgängers; III) Anstoß im mittleren Drittel des Oberschenkels; IV) sehr tiefer Anstoß bei aufgewölbter Keilform.

Die Fallgruppe III ist charakterisiert durch den Anstoß 20 - 30 cm unterhalb des Schwerpunkts, was etwa dem mittleren Drittel des Oberschenkels entspricht. Bei dieser Anstoßhöhe rotieren Oberkörper und Beine mit gleicher Winkelgeschwindigkeit, d.h. der Fußgänger dreht sich in gestreckter Haltung um die Motorhaubenkante. Diese Situation ist bei relativ großen Fußgängern bzw. bei Pkws mit niedriger Fronthaubenkante gegeben. Infolge der im Vergleich zu Fallgruppe II größeren Reichweite der Fußgängerbewegung schlägt der Kopf im Bereich der Frontscheibe oder deren Umrahmung auf, was wegen der hohen Steifheit dieser Fahrzeugstrukturen eine sehr große Belastung des Schädels zur Folge hat. Die Aufprallgeschwindigkeit des Kopfes beträgt allerdings nur 70 - 80% der Kollisionsgeschwindigkeit, ist also nur halb so hoch wie in Fallgruppe II. Gleiches gilt für die Zugbeanspruchung der Hals- und Brustwirbelsäule. Kommt es zu keinem 2. Kontakt, so endet die Fußgängerbewegung nach einer gestreckten Rotation um etwa 180° auf der Fahrbahn. Neben den primären Anstoßverletzungen am Oberschenkel ist in dieser Fallgruppe vor allem ein auf den Schädel konzentriertes Verletzungsbild zu erwarten. Beim sehr tiefen Anstoß (VW-Käfer!) der Fallgruppe IV liegen völlig andere Verhältnisse vor. Hier bleiben Kopf und Oberkörper bis zum sekundären Kontakt nahezu unbeschleunigt. Dieser vollzieht sich in mehr

oder minder sitzender Position des Fußgängers, wobei der Oberkörper, je nachdem, ob der primäre Anstoß mittig oder am Kotflügel erfolgte, von der oberen oder seitlichen Rahmenkante der Frontscheibe auf Fahrzeuggeschwindigkeit beschleunigt wird. Diese Umstände lassen eine besonders massive Traumatisierung des Thorax erwarten. Da der Kopf beim sekundären Kontakt das Dachniveau überragen kann, ist außerdem mit einem heftigen Schleudertrauma der Halswirbelsäule zu rechnen.

Die Untersuchung hat gezeigt, daß die oben geschilderte Unfallmechanik nur für den dorsalen Anstoß gültig ist. Das grundsätzlich anders geartete Verletzungsmuster beim lateralen tiefen Anstoß macht eine Unterscheidung dieser Fallgruppe nach der Anstoßrichtung nötig. Dabei gibt die weitgehende Übereinstimmung mit dem Verletzungsmuster der Fallgruppe III einen wichtigen Hinweis für die analytische Behandlung des lateralen tiefen Anstoßes.

IV. Untersuchungsmaterial und Methodik

1. Untersuchungsmaterial

Aus dem Obduktionsgut des Instituts für Rechtsmedizin in München und den Unfallakten der ALLIANZ- Versicherung wurden ca. 100 Sektionsprotokolle bzw. Arztberichte von in den Jahren 1964 - 1973 im Straßenverkehr verunglückten erwachsenen Fußgängern gesichtet.

Für die Fragestellung dieser Untersuchung war neben dem detaillierten Verletzungsbefund vor allem die Kenntnis des Fahrzeugtyps, der Kollisionsgeschwindigkeit und der Art und Lokalisation der Fahrzeugschäden wichtig. Zu diesem Zweck wurden, soweit erhältlich, die Akten der zuständigen Staatsanwaltschaften und Gerichte eingesehen.

Ausgewertet wurden nur solche Fälle, bei denen

a) ein Photo vom Tatfahrzeug oder eine Beschreibung der entstandenen Schäden vorlag.

b) eine Unfallskizze Aufschluß über den Unfallhergang gab. Die Kollisionsgeschwindigkeit wurde nach den einschlägigen Methoden der Unfallrekonstruktion berechnet.

c) es sich um keine Überfahung und keinen Mehrfachunfall handelte, da hier die Trennung von Verletzungen unterschiedlicher Herkunft nicht eindeutig möglich war.

d) ein Vollstoß vorlag, d.h. der Fußgänger von der Wagenvorderseite getroffen worden war.

So blieben 54 Fälle übrig, die diesen Forderungen gerecht wurden. (Punkt d ist bei einigen Straßenbahnunfällen der Gruppe I nur bedingt erfüllt, da infolge der stark abgerundeten Frontseite der Straßenbahn der Übergang vom Voll- zum Streifstoß fließend ist.)

Etwa zwei Drittel der Fälle stammen aus dem Sektionsmaterial des Instituts für Rechtsmedizin, der Rest aus dem Unfallgut der ALLIANZ-Versicherung, München. Aus diesem Unfallgut wurden auch nicht tödliche Unfälle (insgesamt 9) aufgenommen, sofern aufgrund erheblicher Verletzungen Aussagen zu erwarten waren. Die Unfallpartner bestehen in Fallgruppe I aus VW-Kleintransportern, Lkws und Straßenbahnen, in den übrigen Gruppen aus Pkws.

Zwei graphische Darstellungen orientieren über die Verteilung von Kollisionsgeschwindigkeit und Alter der verunglückten Fußgänger, zwei Parameter, die neben der Unfallmechanik großen Einfluß auf Art und Schwere der Verletzungen haben und bei der Bewertung der Ergebnisse berücksichtigt werden müssen.

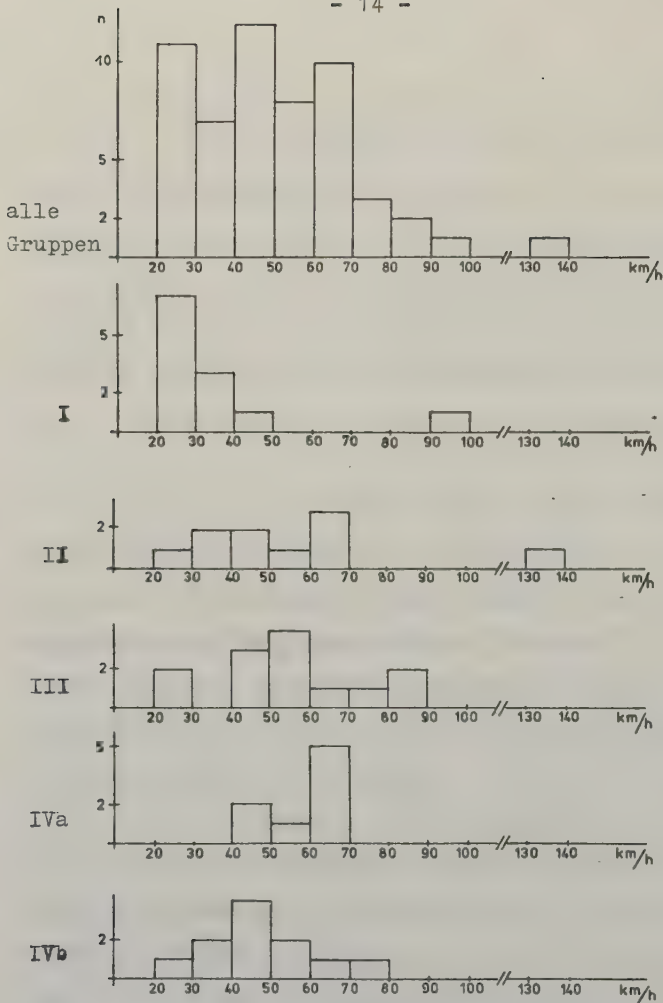


Abb. 3: Verteilung der Kollisionsgeschwindigkeiten

Innerhalb des Gesamtkollektivs lassen sich 3 Spitzen erkennen. Die Häufung der niedrigen Anstoßgeschwindigkeiten wird durch die zahlreichen Unfälle mit der Straßenbahn in Fallgruppe I hervorgerufen. Die auffällig verschiedene Geschwindigkeitsverteilung in den Gruppen IVa und IVb hängt auch mit der Unterscheidung in dorsalen und lateralen Anstoß zusammen, da Fußgänger häufig auf Landstraßen (höhere Geschwindigkeiten!) von dorsal angefahren werden.

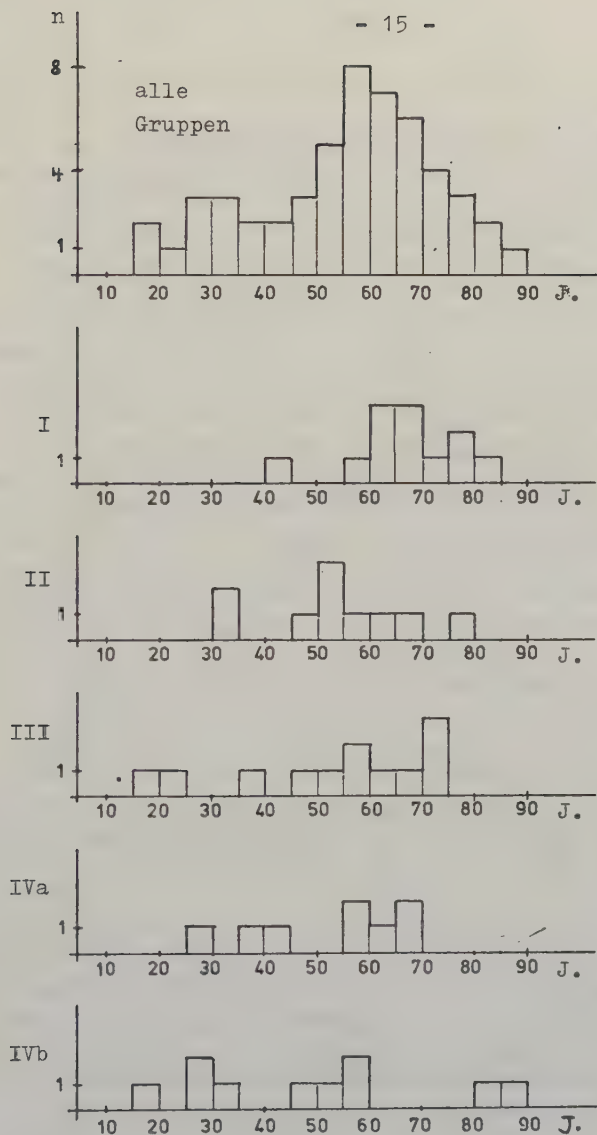


Abb. 4: Altersverteilung

Die Altersverteilung im Gesamtkollektiv zeigt das Häufigkeitsmaximum etwa beim 55. Lebensjahr. Während die Verteilung in den Gruppen II - IVb relativ gleichmäßig erscheint, ist sie in Gruppe I zu den höheren Altersstufen verschoben.

2. Methodik

Die Verletzungsmuster und Beschädigungsbilder werden in Form von Abbildungen vorgestellt. Den theoretischen Erkenntnissen zufolge wurden 5 Fallgruppen gebildet, mit der Höhe der primären Anstoßverletzung als Auswahlkriterium. Da häufig die untere Körperhälfte an mehreren Stellen Verletzungen aufwies, war mitunter, z.B. bei Fraktur von Becken und Oberschenkel, die Einordnung erst nach Höhenvergleich mit der primären Kontaktstelle am Fahrzeug (Haubenkante, Scheinwerfer) möglich. Die Maße wurden VDA-Typenblättern und Sektionsprotokollen entnommen. Im allgemeinen wurden die Fälle mit Ober- und Unterschenkelfraktur der Fallgruppe III zuge schlagen. 2 solcher Fälle wurden jedoch in Fallgruppe IVb aufgenommen, da es sich um VW-Käfer als Unfallpartner handelte und das Oberschenkeltrauma hier wohl nicht als primäre Anstoßverletzung aufzufassen ist.

Die Verletzungsmuster werden mit Hilfe von Symbolen veranschaulicht, die in eine Figur mit Vorder- und Rückansicht eingetragen sind. In fast allen Fällen ist der Verletzungsfigur eine Skizze des Unfallfahrzeugs, die nach einem Originalphoto oder der genauen Beschreibung der Beschädigungen angefertigt wurde, gegenübergestellt.

Alle in den Akten enthaltenen relevanten Angaben zum Unfall^hergang, wie Zeugenaussagen und Stellung-

nahmen von Sachverständigen werden mitgeteilt. Außerdem wird versucht, aus der Lokalisation der Verletzungen die Bewegungsrichtung des Fußgängers abzuleiten und mit den Einlassungen hierzu zu vergleichen. In den den Abbildungen einer Fallgruppe jeweils vorausgehenden Textteilen werden, geordnet nach Körperregionen, die relative Häufigkeit von Einzelverletzungen und bestimmter Verletzungskombinationen sowie die Besonderheiten innerhalb einer Gruppe beschrieben. Da die Zuordnung der Verletzungen zu ihrem Entstehungsort nicht immer eindeutig war, wurden in die Auswertung auch solche Verletzungen miteinbezogen, die mit Wahrscheinlichkeit vom Straßenaufprall herrühren. In einer vergleichenden Auswertung werden schließlich Unterschiede und Gemeinsamkeiten in den Verletzungsbildern der 5 Fallgruppen herausgestellt und unter Bezug auf die theoretischen Modellvorstellungen und die tatsächlichen Beschädigungen am Fahrzeug die Entstehungsweise (Verletzungsmechanik) bestimmter Verletzungen diskutiert. Die Verteilung der relativen Häufigkeiten wichtiger Verletzungen innerhalb der verschiedenen Fallgruppen wird graphisch dargestellt. Ebenso wird durch Fallübersichten der Einfluß der Kollisionsgeschwindigkeit auf das Verletzungsmuster untersucht.

V.. Vorstellung der Fälle und Auswertung

In den Abbildungen 5 - 58 werden alle Fälle vorgestellt. (Nach steigender Kollisionsgeschw. geordnet)
Die Bedeutung der zur Darstellung der Verletzungen verwendeten Symbole erläutert folgende Übersicht:

	Blutunterlaufung s.c. und/oder i.m.
	Fraktur
	Trümmerfraktur
	Luxation, Zerreißung eines Gelenkes
	Schürfwunde, Vertrocknung des Integuments
	Riß-/Platzwunde
	Ruptur eines inneren Organs
	schwere Kontusion von Muskulatur od. Organen
	Ablederung, Wundtasche
	Kontusion des Gehirns (meningeale/ventrikuläre Blutung)

Die Bildunterschrift enthält die Unfalldaten:

1. Alter, Geschlecht, Größe und Gewicht des Fußgängers
2. Kollisionsgeschwindigkeit und Fahrzustand des Fahrzeugs mit Quellenangabe (Sofern nichts anderes angegeben, wurden diese Daten der Unfallskizze entnommen)
3. Bewegung des Fußgängers bezogen auf Fahrtrichtung des Fahrzeugs;
4. Anstoßrichtung bezogen auf den Fußgänger
5. Todesursache

Verwendete Abkürzungen: F. = Fußgänger, Fb = Fahrbahn
Z. L. = zentrale Lähmung

In Fallgruppe I ist das Unfallfahrzeug nur in 3 Fällen abgebildet. In den übrigen Fällen finden sich Angaben zum Beschädigungsbild in Punkt 6 der Bildunterschrift (meist Bagatellschäden).

A: Die Verletzungsmuster der Fallgruppe I (12 Fälle)
Dazu Abbildungen 5 - 16

Kennzeichen: Hoher, flächiger Anstoß

(VW-Kombi, Straßenbahn, Lkw, Omnibus)

Zu erwartende Belastungen: Infolge der senkrechten, nahezu planen Front der betreffenden Fahrzeuge entsteht eine große, sich fast über die gesamte Körperlänge erstreckende Kontaktzone. Es ist ein verteiltes Verletzungsbild zu erwarten.

Auswertung:

1. Kopfgregion: In allen 12 Fällen war eine mehr oder minder schwere Kopfverletzung nachzuweisen. Stets war die Kopfschwarte an mindestens einer Stelle blutunterlaufen, hingegen wurde sie nur in 5 Fällen in Form einer Rißwunde durchtrennt.

In 7 Fällen kam es zum Schädelbruch. Dabei war der Gesichtsschädel (Kiefer und Nasenbein) nur halb so oft betroffen wie der Gehirnschädel, von dem das Schädeldach bzw. die Schädelbasis je zweimal isoliert, zweimal gemeinsam frakturiert waren.

Stets wurde das Gehirn in Mitleidenschaft gezogen, wobei der Schweregrad vom Ausmaß der Schädelbrüche abhängt. In leichten Fällen waren submeningeale und kleine intraparenchymatöse Kontusionsblutungen angegeben, in schweren Fällen wurden ganze Gehirnabschnitte zertrümmert (F18, F23, F40).

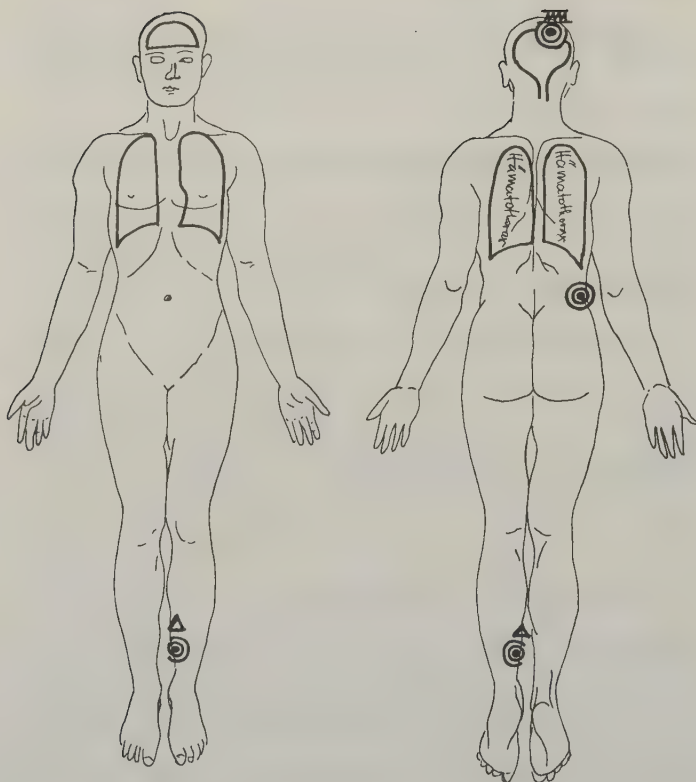
2. Halsregion: In 3 Fällen wurde die Halswirbelsäule verletzt. Einmal (F23, Straßenbahn) zeigte sich das Atlanto-Occipitalgelenk gesprengt, zweimal (F33, F69, VW-Kombi) wurde am Übergang zur Brustwirbelsäule eine Zwischenwirbelscheibe zerrissen.

3. Thoraxregion: Der knöcherne Thorax wurde insgesamt achtmal traumatisiert, wobei in 7 Fällen die Rippen ein- oder mehrfach in Serie brachen, das Brustbein hingegen nur einmal (F40). Die Brustwirbelsäule blieb stets unversehrt. Eine einfache Rippenserienfraktur nur einer Thoraxhälfte war in 2 Fällen zu verzeichnen. Dreimal trat an beiden Thoraxhälften je ein einfacher Rippenserienbruch auf, zweimal waren die Rippen einer Thoraxhälfte doppelt in Serie gebrochen. Rippeneinzelbrüche sind eine Rarität und wurden nur in einem einzigen Fall in Kombination mit Serienbrüchen beobachtet (F23, Straßenbahn).
Stets wurden die Rippenfrakturen von einem meist beidseitigen Hämatothorax begleitet, doch kann die Blutung in den Pleuraraum auch ohne Thoraxbrüche auftreten, wie 2 Fälle zeigen.
Sechsmal wurden die Lungen ein- oder beidseitig gequetscht, fünfmal in Verbindung mit einer Herzkontusion (bzw. Hämatooperikard), die in 2 Fällen von einer Ruptur der Aorta begleitet wurde (F67, F23).
Ergänzt wurde das schwere Verletzungsbild der Brustorgane durch Rupturen bzw. Zertrümmerungen von Leber

und Milz in 4 Fällen.

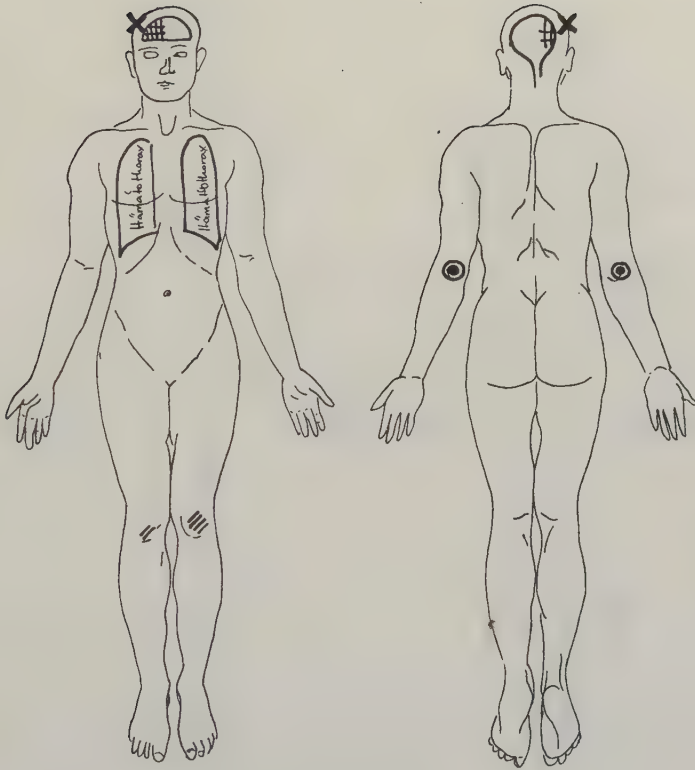
4. Beckenregion: Bis auf eine Ausnahme (F23, Fraktur des oberen Schambeinastes) blieb das knöcherne Becken unverletzt.

5. Untere Extremität: Lediglich in einem Viertel der Fälle wurde die Muskulatur des Oberschenkels unterblutet, in 2 Drittel der Fälle die Weichteile des Unterschenkels. Allerdings ist eine Totalfraktur der Unterschenkel möglich, wie ein Fall (F 27, Lkw) beweist, bei dem die Aufprallgeschwindigkeit jedoch dreimal so hoch lag wie die durchschnittliche Geschwindigkeit in den übrigen 11 Fällen.



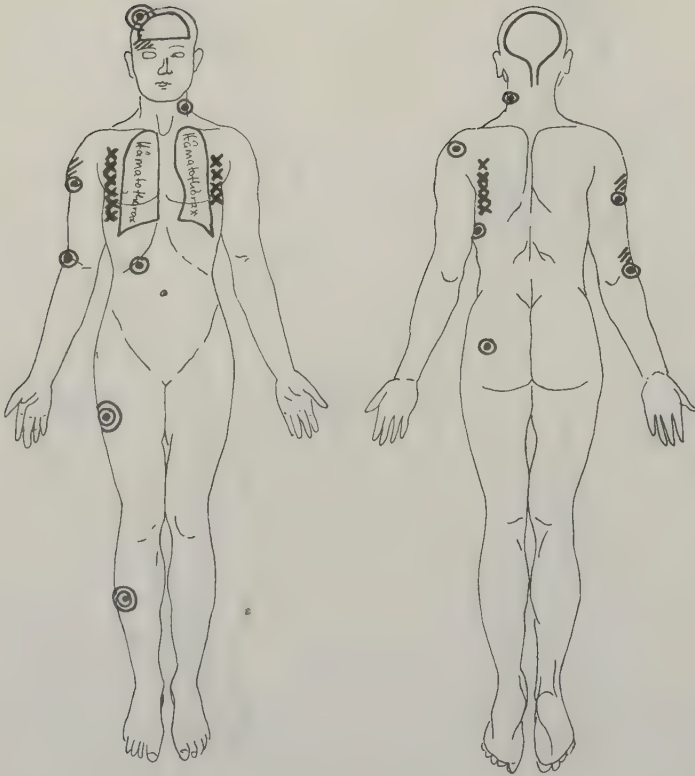
1. 83J!; ♀; 1,54m; 58kg
2. ca 20 km/h; gebremst (Zeugen)
3. li → re (Strab-Fahrerin, Zeugen)
4. re laterodorsal
5. Todesursache anatomisch nicht feststellbar
6. Kollisionspartner: Straßenbahn
Kontaktstelle: Führerstandrundung re (Zeugen), keine Beschädigungen

Abb. 5: Fallgruppe I, F 57



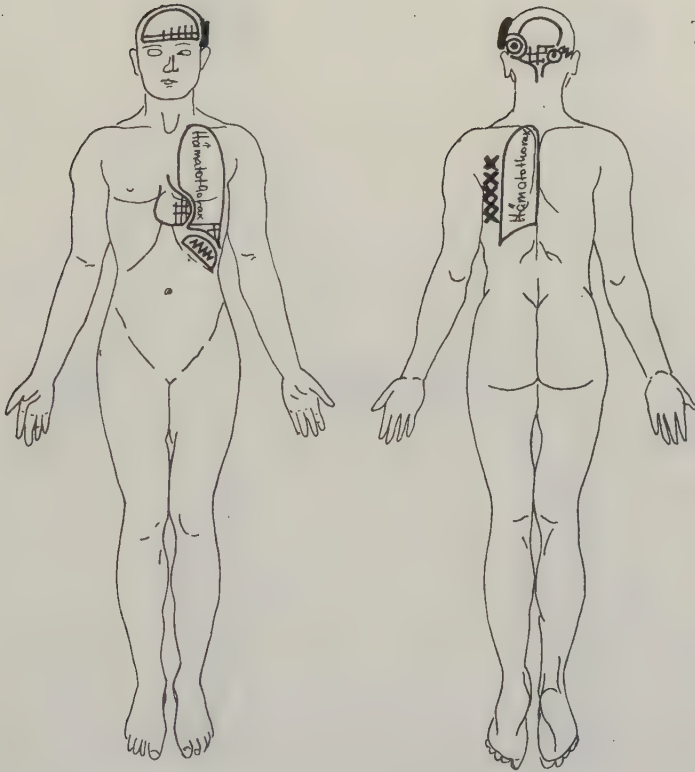
1. 63J; ♀; ?; ?;
2. 20 km/h; gebremst
3. re → li (Zeuge)
4. Anstoßrichtung nicht zu beurteilen
5. Zentraler Hirntod
6. Kollisionspartner: MAN-Omnibus
Beschädigungen: In der Mitte der
Vorderfront Gitter leicht einge-
drückt.
Kopftrauma → Straßenaufprall?

Abb. 6: Fallgruppe I, B 5



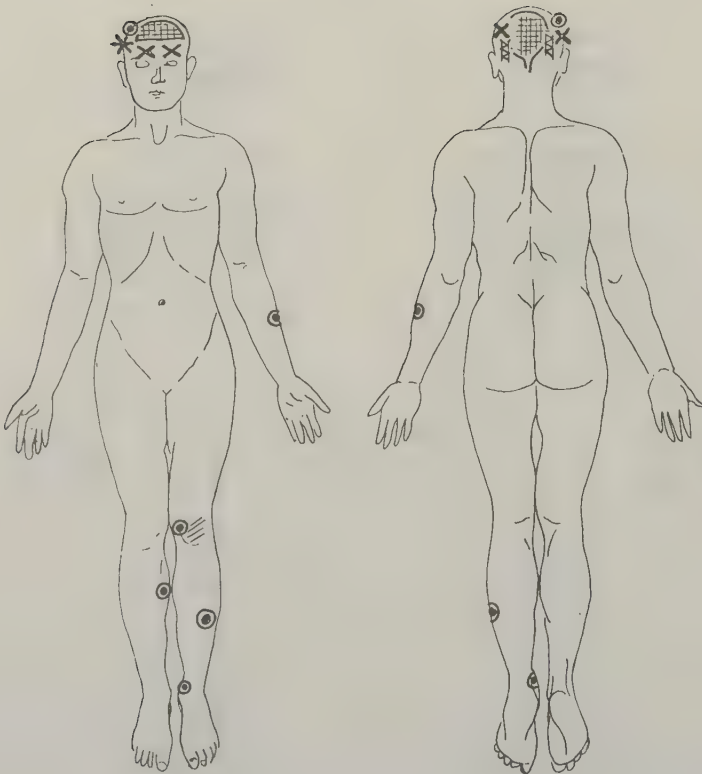
1. 57J; ♂; 1,75m; ?;
2. 20 - 30 km/h; gebremst (Zeugen)
3. li → re "F. ist gelaufen." (Zeuge)
4. re frontolateral
5. Herz- und Kreislaufversagen bei Unfallverletzungen
6. Kollisionspartner: Straßenbahn
Beschädigung: kleine Delle an der vorderen li Rundung des Triebwagens.

Abb. 7: Fallgruppe I, F 54.



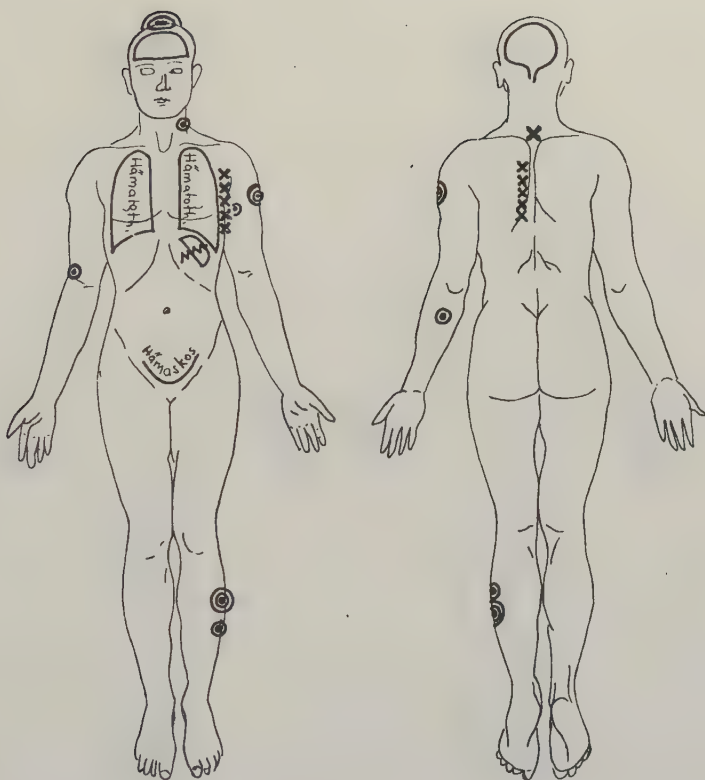
1. 72J; ♂; 1,57m; 76kg
2. 20 - 30 km/h; gebremst (Fahrer)
3. re → li (Strab-Fahrer)
4. li frontolateral
5. Kreislaufversagen bei Bronchopneumonie und Peritonitis nach 4 Wochen
6. Kollisionspartner: Straßenbahn
Kontaktstelle: Re vordere Rundung des Triebwagens.(Fahrer)
Keine Beschädigungen

Abb. 8: Fallgruppe I, F 28



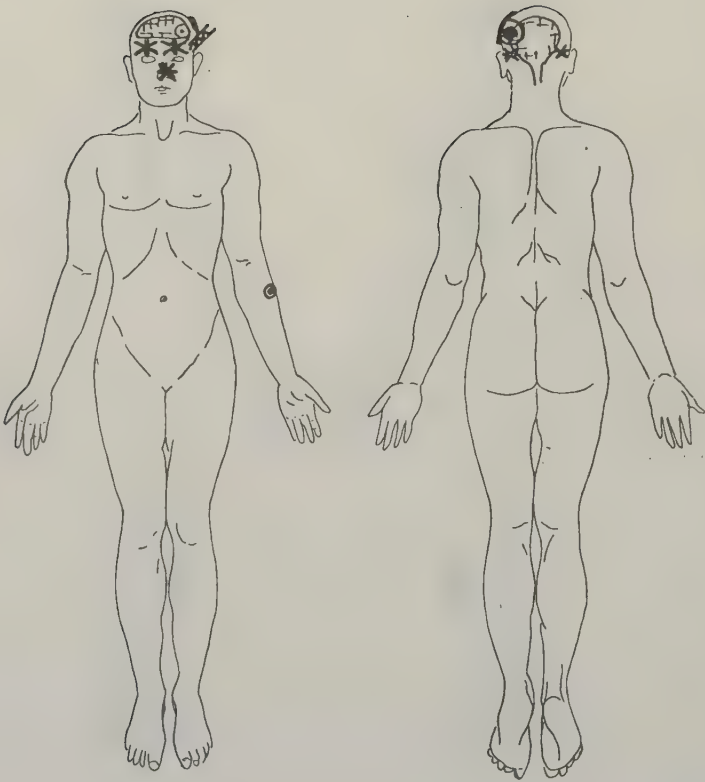
1. 61J; ♂; 1,70m; 52 kg
2. 25 - 30 km/h; ungebremst
3. re → li (Zeuge)
4. Anstoßrichtung nicht sicher
beurteilbar
5. Z. L. als Folge von Schädel-
brüchen u. frischer Pneumonie
6. Kollisionspartner: VW-Kombi
Beschädigung: leichte Delle un-
terhalb der Windschutzscheibe
Kopftrauma → Straßenaufprall?

Abb. 9: Fallgruppe I, F 18



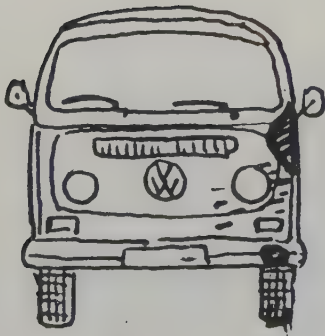
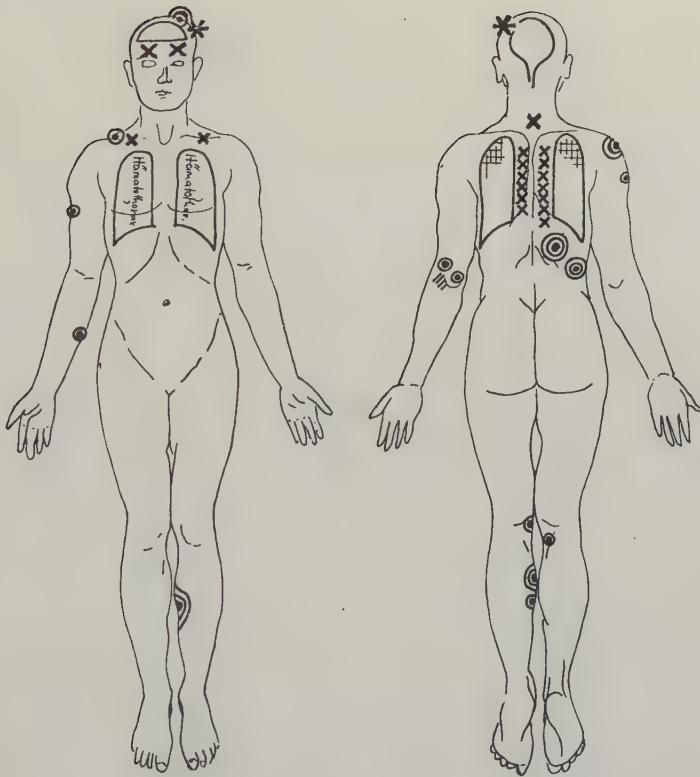
1. 78J; ♀; 1,56m; 55kg
2. ca. 30 km/h; gebremst
3. re → li (Fahrer) "F. lief." (Zeuge)
4. li lateral
5. Lungenentzündung in Verbindung mit
Rippenserienbrüchen;
+ nach 5 Tagen
6. Kollisionspartner: VW-Kombi
"F. wurde in der Mitte der Front-
seite des Kombi erfaßt." (Zeuge)
Angeblich keine Beschädigungen

Abb. 10: Fallgruppe I, F 69



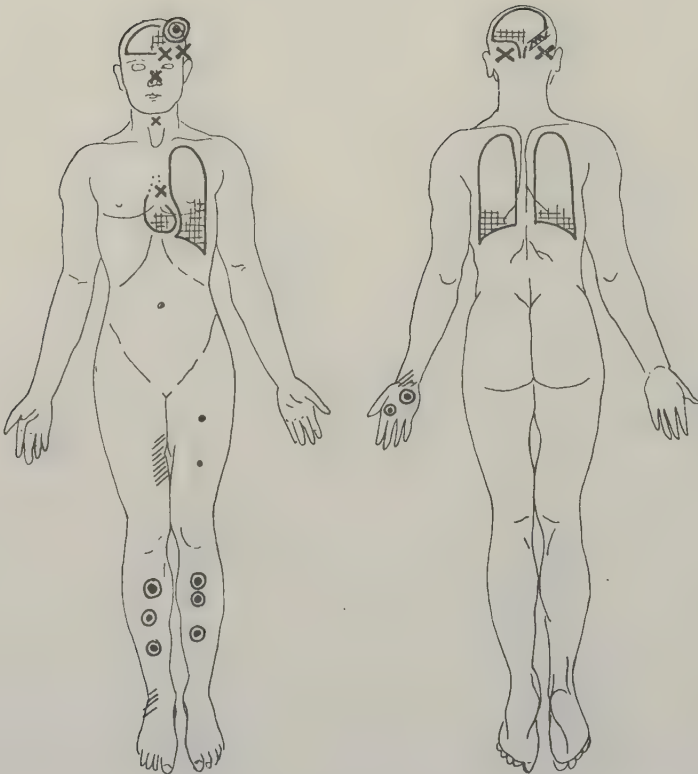
1. 64J; ♂; 1,62m; 73kg
2. ca. 30 km/h (Zeugen); gebremst?
3. re → li (Straßenbahnführer)
4. li lateral (da Rißwunde und Blutunterlaufung linksseitig) ?
5. Z. L. bei Zertrümmerung der Schädelbasis
6. Kollisionspartner: Straßenbahn
Kontaktstelle war möglicherweise Pfosten der vorderen Türe
Keine Beschädigungen

Abb. 11: Fallgruppe I, F 16



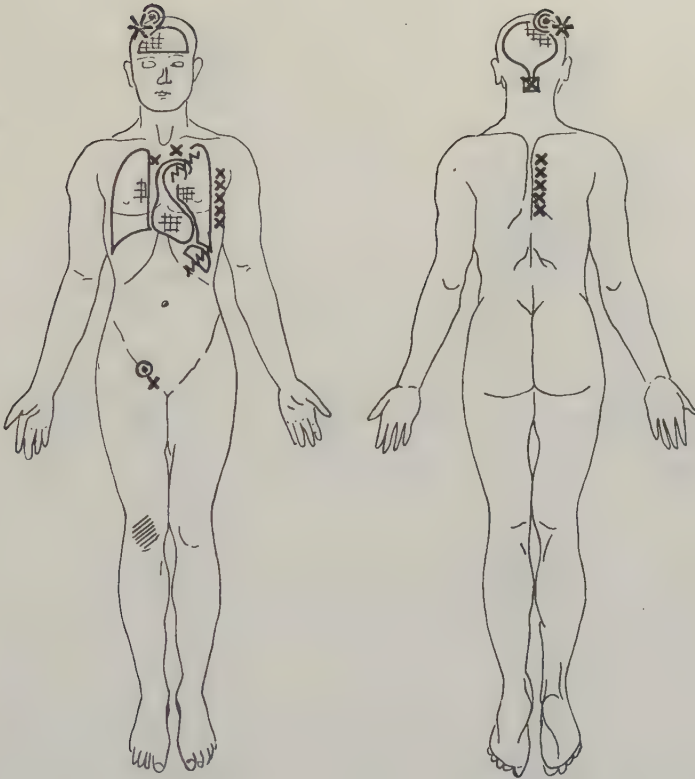
1. 69J; ♀; 1,56m; 62kg
2. 30 - 35 km/h; gebr.
3. li → re (Fahrer)
4. re dorsolateral
Kopftrauma → Str.?
5. Z. L. bei Schädel-
trümmerbrüchen

Abb. 12: Fallgruppe I, F 33



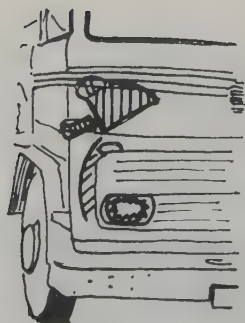
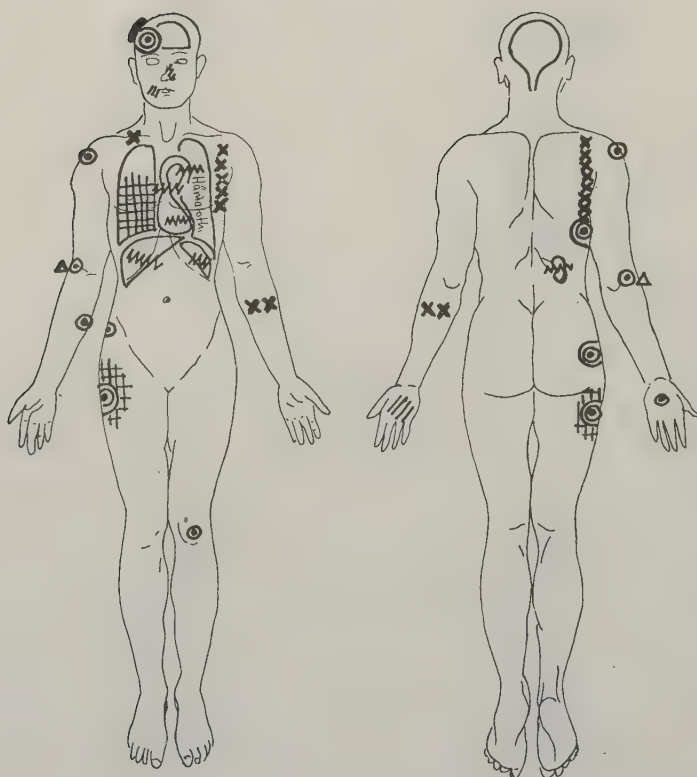
1. 43J; ♀; 1,47m; 53kg
2. 30 - 40 km/h; gebremst
3. re → li (Straßenbahnführer)
"F. lief so schnell, als wollte er sich in selbstmörderischer Absicht vor die Straßenbahn werfen."
4. li laterofrontal
5. Z. L. bei Schädel-Hirntrauma
6. Kollisionspartner: Straßenbahn
Beschädigungen: Re Seite unterhalb des vorderen -
Seitenfensters des Triebwagens leicht eingedrückt.

Abb. 13: Fallgruppe I, F 40



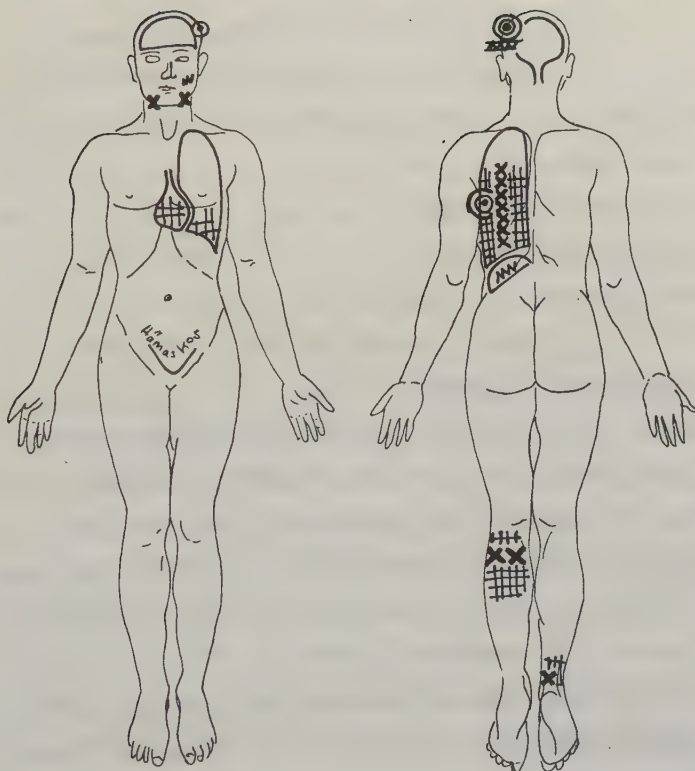
1. 66J; ♀; 1,47m!; 50kg
2. unbekannt
Geschw. wahrscheinlich rel. hoch,
da Straßenbahn auf eigener Trasse
(Hochgleise) fuhr.
3. li → re, F. wurde auf Gegengleise ge-
worfen.
4. re laterofrontal
Verletzungen z.T. durch Aufprall auf
Gegengleise entstanden?
5. Z. L. bei Zerreißung des Atlanto-Occipi-
talgelenkes
6. Kollisionspartner: Straßenbahn
F. wurde von der li Hälfte d. Triebwagen-
vorderseite erfaßt. Keine Beschädigungen

Abb. 14: Fallgruppe I, F 23



1. 67J; ♂; 1,73m; 84kg
2. 50 km/h (Diagramm-
scheibe); ungebr.
3. li → re (Zeuge)
4. re laterofrontal
5. Herzversagen u.
Verbluten aus Aorta

Abb. 15: Fallgruppe I, F.67



1. 75J; ♂; 1,75m; 55kg
2. ca. 90 km/h; ungebr.
(Beifahrer)
3. in Fahrtrichtung am
re Fb-Rand;
Landstraße
4. dorsal, li Körperhälfte
5. Herzquetschung

Abb. 16: Fallgruppe I, F 27

B: Die Verletzungsmuster der Fallgruppe II (10 Fälle)
Dazu Abbildungen 17 - 26

Kennzeichen: Primärer Stoß im oder kurz unterhalb des Schwerpunkts bei Pkws mit gestuftem Vorderteil und kleinen Fußgängern

Zu erwartende Belastungen:

a) Primäre Kontaktzone:

Unterschenkel - Stoßstange

Becken - Hauben-/Kotflügelvorderkante

b) Sekundäre Kontaktzone:

Thorax, HWS und Kopf - Hauben-/Kotflügeloberseite
Die Wirbelsäule wird durch starke Scher-/Zugkräfte infolge der kombinierten Dreh-/Translationsbeschleunigung des Oberkörpers beansprucht. Die Aufschlaggeschwindigkeit des Kopfes auf die Fronthaube ist größer als die Kollisionsgeschwindigkeit. Allerdings trifft der Kopf wegen der beschränkten Reichweite der Fußgängerbewegung auf eine relativ "weiche" glatte Fahrzeugstruktur.

Auswertung:

1. Kopfregion: In fast allen Fällen wurde eine Blutunterlaufung, jedoch nur dreimal eine Durchtrennung der Kopfschwarte gefunden. (Darin enthalten ist der Extremfall F52, bei dem der Körper des Fußgängers in mehrer Teile zerrissen wurde und der Kopf wahrscheinlich gegen den Rahmen der Windschutzscheibe schlug.)

Zum Schädelbruch (Fraktur von Gehirn- und/oder Gesichtsschädel) kam es in der Hälfte der Fälle. Vorrangig war die Schädelbasis beteiligt.

Gehirntraumata, in der in Fallgruppe I beschriebenen Art, begleiten auch hier alle Fälle mit Verletzung der Kopfweichteile bzw. des Schädels. Sie waren in 2 Fällen mit Schädelbasisfraktur zusätzlich durch den Abriß der Gehirnbasis vom Halsmark gekennzeichnet (F61, B16). Jedoch fehlen schwere Kontusionen.

2. Halsregion: In 3 Fällen wurde die Halswirbelsäule an ihrem caudalen Ende durch Zerreißung einer Zwischenwirbelscheibe bzw. Wirbelfraktur durchtrennt, dabei war einmal zugleich das Atlanto-Occipitalgelenk gesprengt und die Gehirnbasis vom Halsmark abgerissen (B16). Einmal war das Atlanto-Occipitalgelenk isoliert luxiert.

3. Thoraxregion: Rippenserienbrüche ließen sich in 4 Fällen feststellen. Dabei handelte es sich zweimal um eine doppelte Rippenserienfraktur. Im Extremfall F52 kam es zu einer (einfachen) Rippenserienfraktur mit Beteiligung des Brustbeins unter gleichzeitiger lochartiger Eröffnung des Thorax und Durchtrennung der Trachea an der Bifurcatio.

In 3 Fällen war die Fraktur der Rippen mit der Fraktur der Brustwirbelsäule kombiniert. Darüberhinaus brach die Brustwirbelsäule in 2 weiteren Fällen bei gleichzeitigem Trauma der Halswirbelsäule (F62, F61), so daß

sich die Gesamtzahl der Brustwirbelsäulenfrakturen in dieser Fallgruppe auf 5 beläuft.

Zwischen der Traumatisierung des knöchernen Thorax und dem Ausmaß der inneren Thoraxverletzungen besteht ein klarer Zusammenhang, doch setzen selbst erhebliche Organverletzungen nicht immer Rippenserienfrakturen voraus, wie Fall F48 zeigt.

In 5 Fällen wurden Organe des Brustkorbs, zum Teil kombiniert mit Leber- und Milzrupturen, schwer verletzt. Dreimal wurde dabei das Zwerchfell zerrissen. Besonders hervorzuheben ist jedoch der Abriß der Aorta in 4 Fällen.

4. Beckenregion: Entsprechend der Höhe des primären Hauptstoßes in Körperschwerpunktnähe waren in allen Fällen Beckenbrüche, vornehmlich Zerreißen der Darmbein-Kreuzbeingelenke und/oder der Symphyse anzutreffen. Integument und Muskulatur waren sehr häufig ausgedehnt unterblutet, z.T. wurde die Muskulatur zertrümmert.

Die bevorzugten Bruchstellen des Beckenringes sind:

- a) Schambeine (einer oder beide Äste) 7x
- b) Beckenschaufeln 5x
- c) Darmbein-Kreuzbeingelenke 6x
- d) Symphyse 2x

Die Symphysensprengungen traten stets zusammen mit der Zerreißen eines oder beider Darmbein-Kreuzbeingelenke auf. Das Hüftgelenk wurde bei 2 Fußgängern durch Impression der Pfanne bzw. Fraktur des Femurkopfes verletzt.

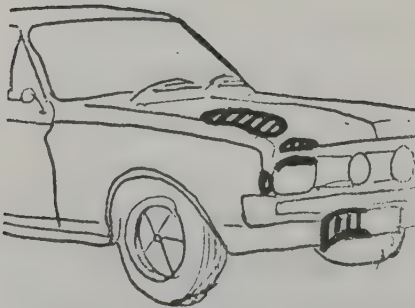
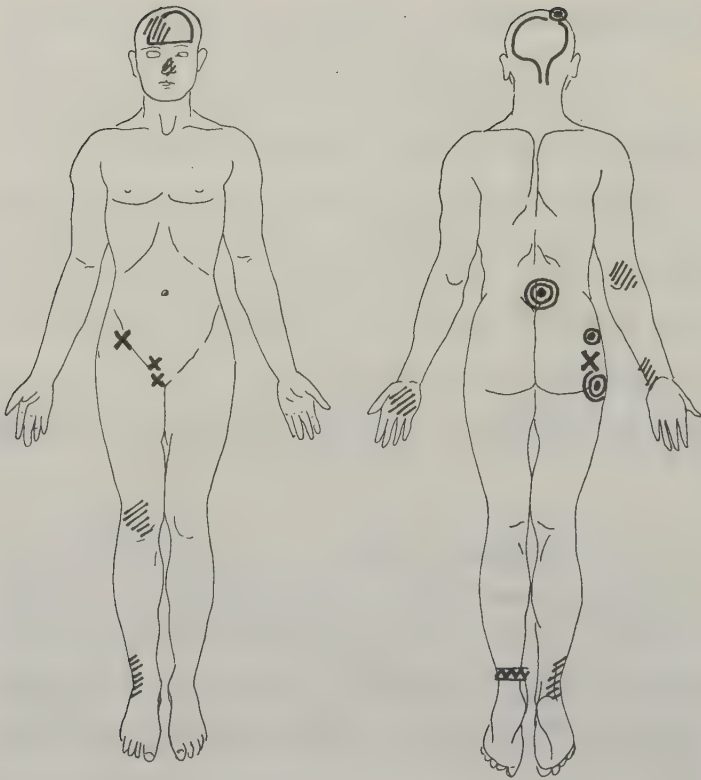
5. Untere Extremität: Bei einem Verunglückten wurde eine subtrochantäre Femurschaftfraktur gefunden, bei 2 weiteren Fußgängern war die Oberschenkelmuskulatur erheblich blutunterlaufen und die Haut abgeledert. In 3 Viertel der Fälle waren einer oder beide Unterschenkel gebrochen, dabei fast immer Schien- und Wadenbein zusammen. Zweimal handelte es sich um ausgeprägte Trümmerfrakturen, einmal wurde aus der Tibia ein Biegeungskeil ausgesprengt (F59).

6. Obere Extremität: Auffälligerweise wurde in fast der Hälfte der Fälle der Arm frakturiert.

Zu den Beschädigungsbildern:

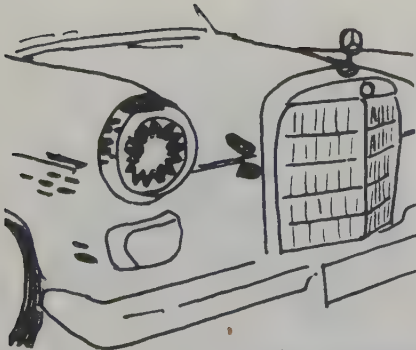
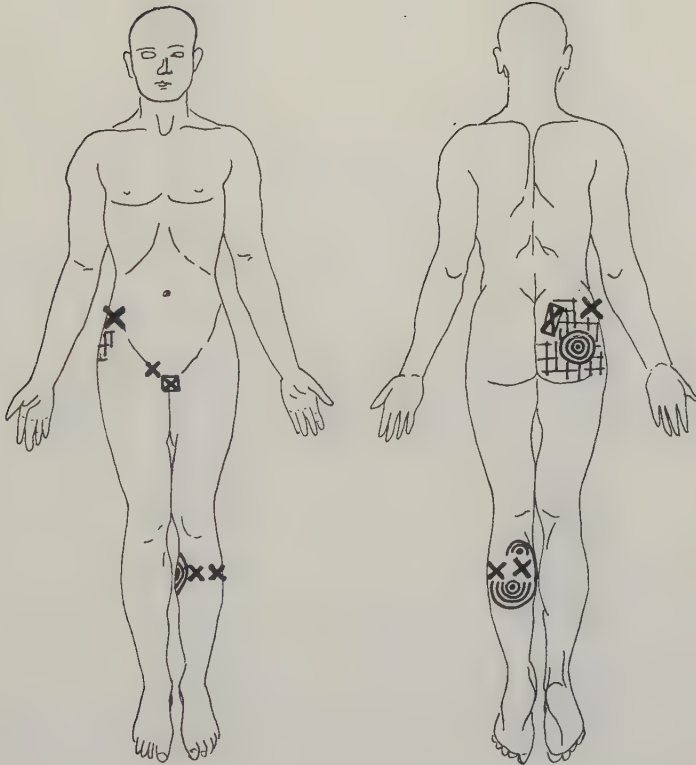
Die Fahrzeugbeschädigungen beschränken sich auf Frontstrukturen und Motorhaube. Keine Splitterung der Windschutzscheibe. Die Ausnahme F52 erklärt sich durch die Amputation des Rumpfes bei extrem hoher Kollisionsgeschwindigkeit.

Nicht in allen Fällen beweisen die Beschädigungen den vollen 2. Kontakt zwischen Oberkörper und Motorhaube. Mit Sicherheit ist dieser beim Unfall F12 auszuschließen.



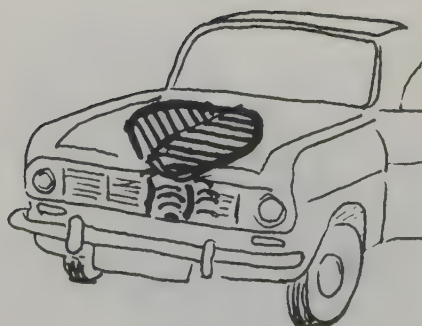
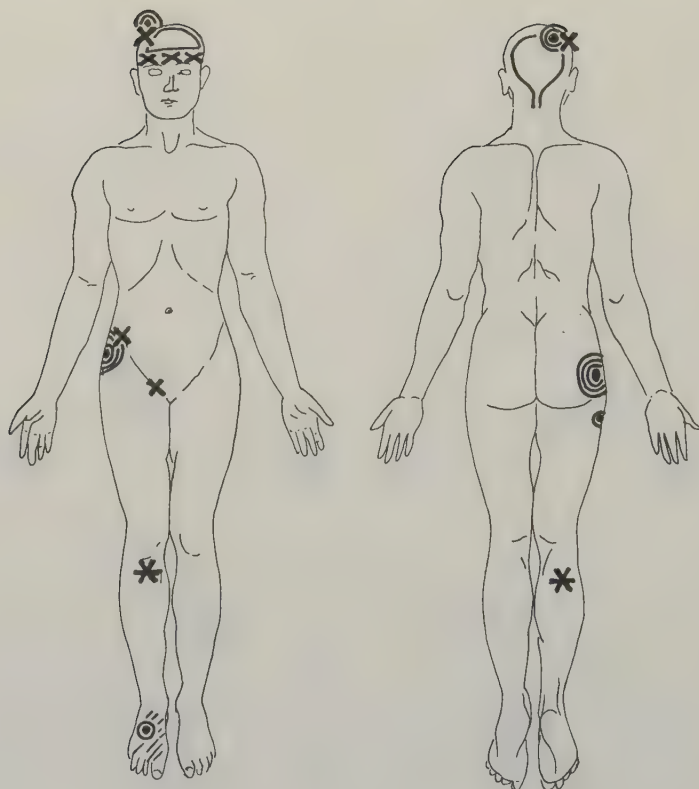
1. 45J; ♀; ?; ?;
2. 20 - 40 km/h;
gebremst (Zeuge)
3. li → re (Autoin-
sassen)
4. re laterodorsal
5. nicht tödlich

Abb. 17: Fallgruppe II, B 9



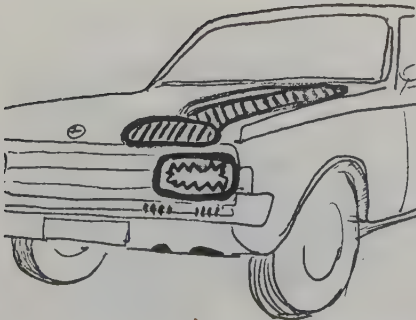
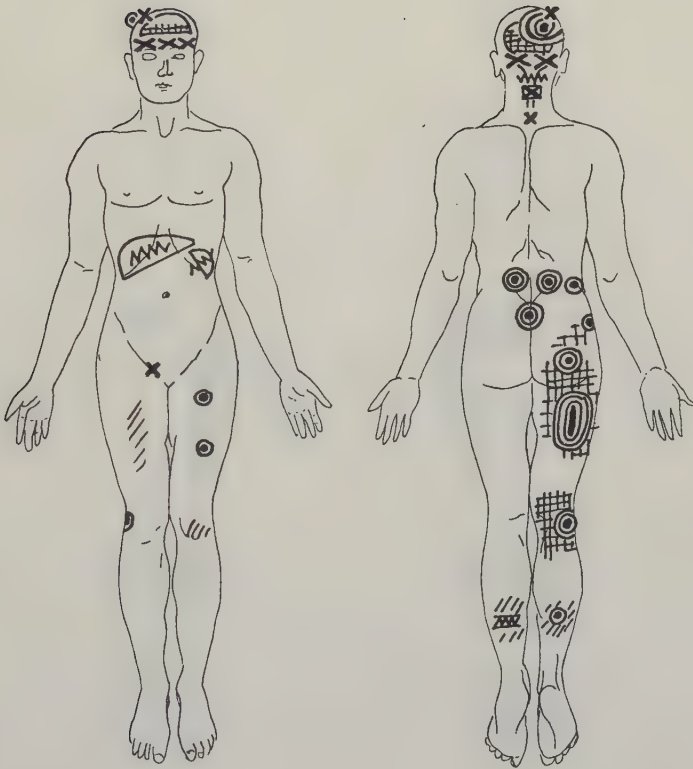
1. 55J; ♀; 1,63m; 93kg!
2. ca. 40 km/h; gebremst
3. li → re
"F. wollte Str. von
re → li überqueren.
Kehrte kurz vor Koll.
um". (Fahrer, Zeuge)
4. re dorsolateral
Kein 2. Kontakt mit
dem Fzg.
5. Pneumonie, + nach 8 T.

Abb. 18: Fallgruppe II, F 12



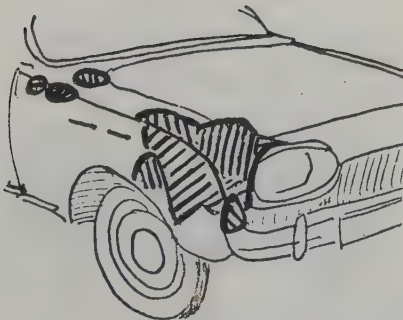
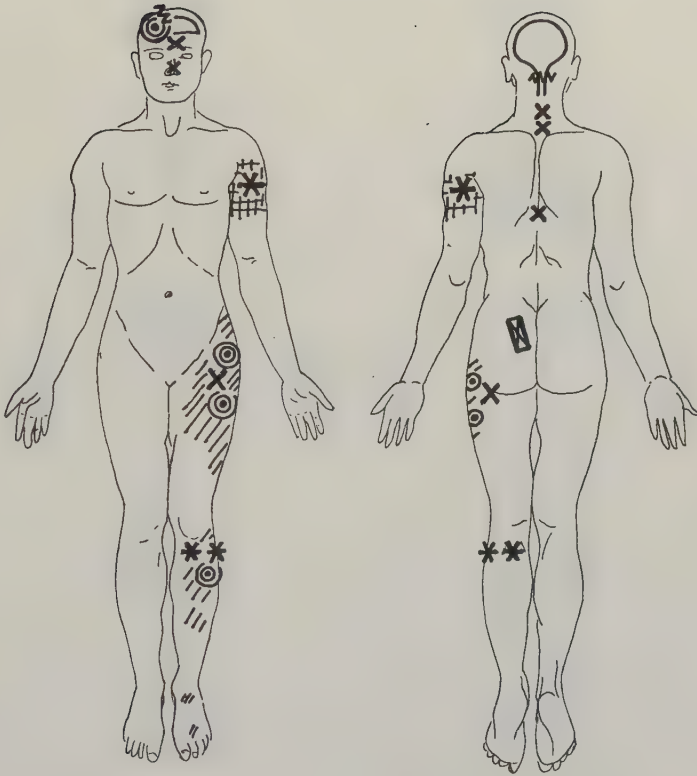
1. 31J; ♂; 1,60m; ?;
2. 40 km/h; gebremst?
(Gutachten)
3. li → re (Fahrer)
"F. wurde voll von
Vorderfront erfaßt
und auf Motorhaube
geworfen." (Fahrer)
"F. rannte." (Zeuge)
4. re lateral (ventral?)
5. nicht tödlich (Alter?)

Abb. 19: Fallgruppe II, .B 7



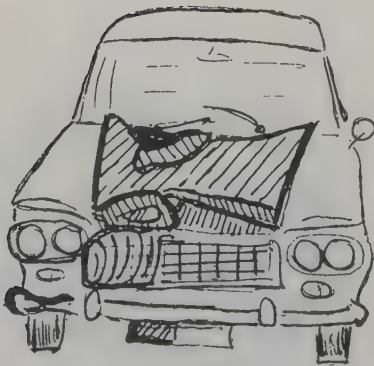
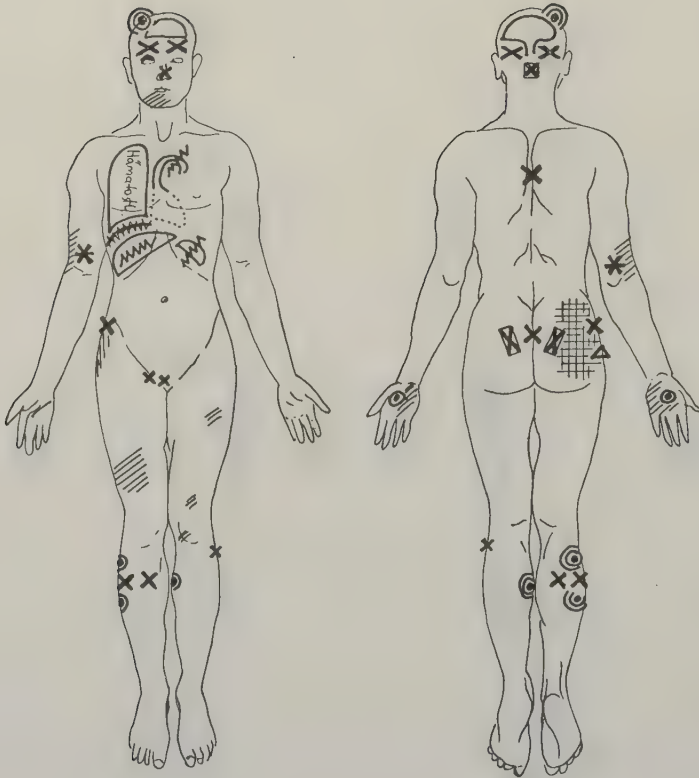
1. 30J; ♀; 1,51m; ?;
2. ca. 40 km/h; gebremst
3. li → re (Fahrer)
4. re laterodorsal
5. Z. L. bei Schädelbasisfraktur u. Abriß des Halsmarks v. Medulla oblongata

Abb. 20: Fallgruppe II, B 16



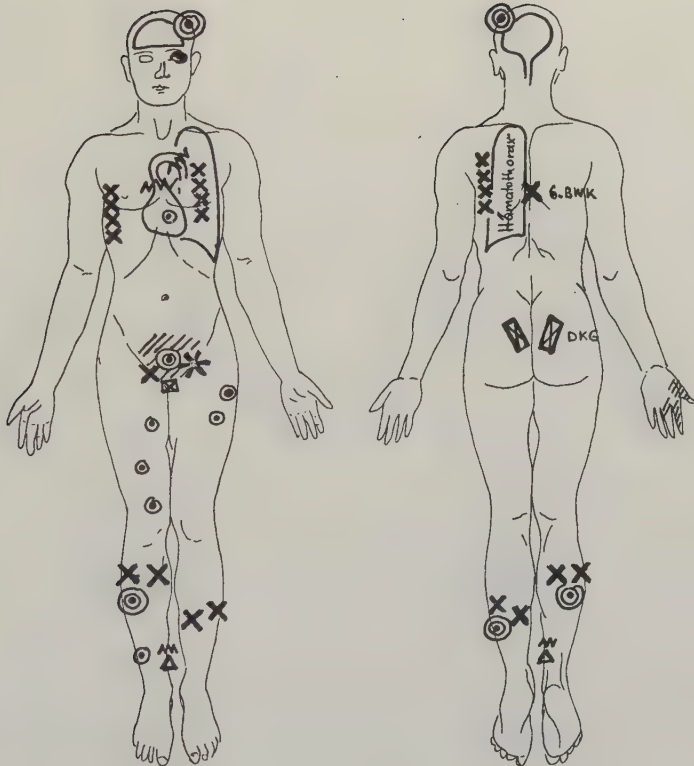
1. 54J; ♀; 1,50m; 53kg
2. ca. 55 km/h; Ungebr.
3. re → li (Zeuge, Gutachten d. LKA)
4. li lateral
Kopf - seitl. Hau-
benkante?
5. Z. L. bei Schädel-
basisfraktur u. Ab-
riß d. Halsmarks v.
Gehirnbasis

Abb. 22: Fallgruppe II, F 61



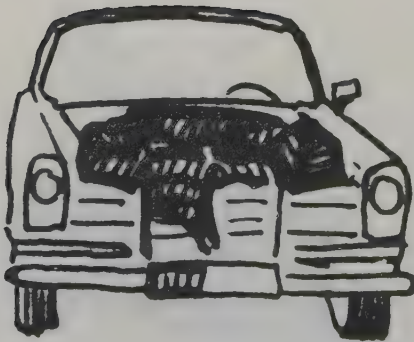
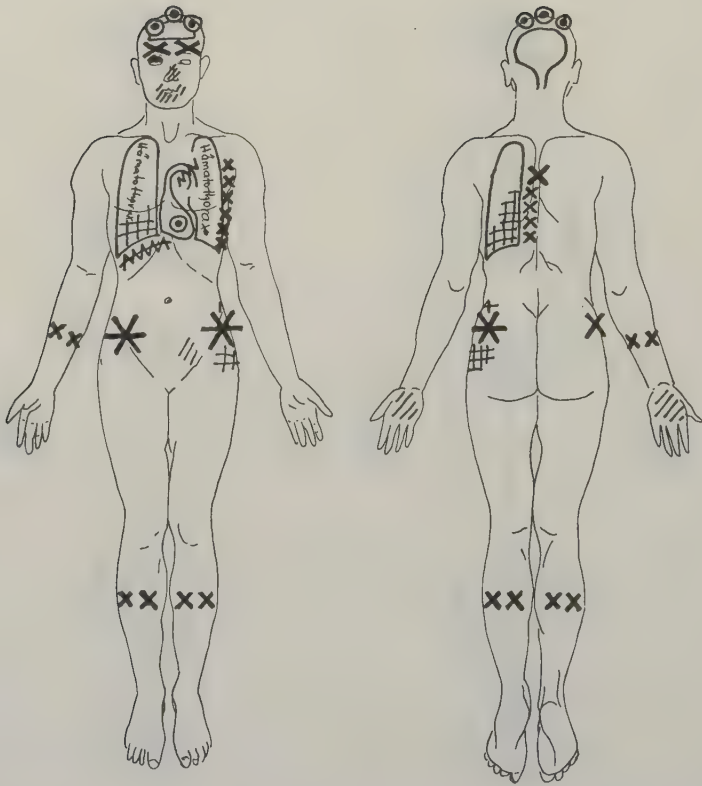
1. 64J; ♀; 1,52m; 59kg
2. ca. 60 km/h; gebr.
3. re → li (Fahrer)
"F. rannte." (Fahrer)
4. re lateral
Widerspruch zu 3.
5. Z. L. bei Zerreißung
d. Atlanto-Occipital-
gelenkes u. Verbluten
aus Aorta

Abb. 23: Fallgruppe II, F 48



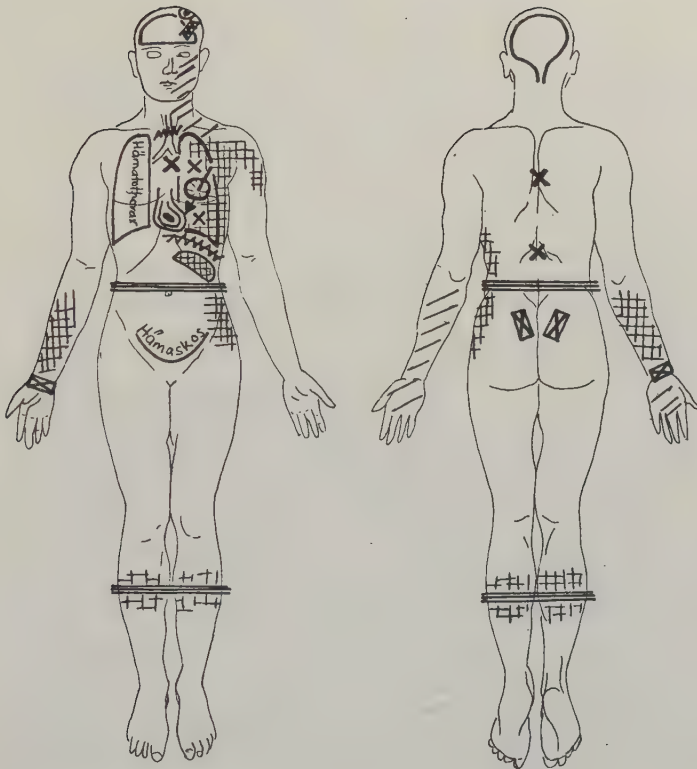
1. 77J; ♀; 1,57m; 64kg
2. ca. 65 km/h; gebr.
3. re → li
"F. wurde an der li Körperseite angefahren u. nach li über die Kühlerhaube geschleudert." (Fahrer)
4. li lateroventral
5. Verbluten bei Ruptur d. Aorta

Abb. 24: Fallgruppe II, F 59



1. 66J; ♂; 1,54m; 53kg
2. 65 - 70 km/h; gebr.
3. re → li (Fahrer)
"F. lief in gebückter Haltung auf mein Fzg zu." (Fahrer)
4. ventral
5. Z. L. bei Schädelbasisfraktur u. Verbluten aus Aorta

Abb. 25: Fallgruppe II, F-51



1. 54J; ♂; ca. 1,50m; ?;
2. 130 - 140 km/h !;
gebremst
3. re → li (Autoinsassen)
4. li ventrolateral;
totale Durchtrennung
in Höhe d. Lendenwir-
belsäule u. Amputation
beider Unterschenkel.
Oberkörper ins Wagen-
innere geschleudert.
5. Z. L. bei Zerreißung
in mehrere Teile

Abb. 26: Fallgruppe II, F 52

C: Die Verletzungsmuster der Fallgruppe III (13 Fälle)

Dazu Abbildungen 27 - 39

Kennzeichen: Primäre Stoßzone etwa im mittleren Drittel des Oberschenkels bei Pkws mit gestufter Haube
Zu erwartende Belastungen beim

a) primären Kontakt:

Unterschenkel - Stoßstange

Oberschenkel - Hauben-/Kotflügeloberkante

b) sekundären Kontakt:

Thorax, Hals, - Haube, Windschutzscheibenumrahmung, Dach oder auch Straße
Kopf

Das Zweistabmodell wird hier aus physikalischen Gründen zum Einstab. Der Fußgänger rotiert in gestreckter Haltung um die Haubenkante. Die Aufschlaggeschwindigkeit des Kopfes ist kleiner als die Kollisionsgeschwindigkeit. Infolge der im Vergleich zu Fallgruppe II größeren Reichweite der Fußgängerbewegung kann der Kopf aber auf sehr steife, kantige Fahrzeugstrukturen (Rahmen der Windschutzscheibe) treffen.

Auswertung:

1. Kopfregion: Bei der Mehrzahl der Fußgänger fand sich ein ausgedehntes Hämatom der Kopfschwarte, in 6 Fällen wurde sie außerdem von einer Rißwunde durchzogen. Besonderheiten der Kopfhautdurchtrennungen hinsichtlich Lage, Richtung und Länge ließen sich nicht beobachten.

Ein Schädelbruch lag bei 9 Fußgängern vor. Stets war

dabei der Gehirnschädel beteiligt, während der Gesichtsschädel nur zweimal betroffen war. Die Zahl der Schädelbasisfrakturen überwog knapp diejenige der Schädeldachfrakturen. In 6 Fällen wurden Kalotte und/oder Basis ausgedehnt zertrümmert und das Gehirn mehr oder minder vollständig zerstört.

2. Halsregion: Eine Fraktur der Halswirbelsäule trat nur einmal auf. Dies geschah in Kombination mit schwerem offenen Schädel-Hirntrauma und Abriß des Gehirns vom Halsmark (F24).

3. Thoraxregion: Der knöcherne Thorax war in dieser Gruppe selten einer überkritischen Belastung ausgesetzt. Lediglich in 3 Fällen entstanden ein- bzw. beidseitige einfache Rippenserienfrakturen. Einmal war neben den Rippen auch noch die Brustwirbelsäule gebrochen (F10, front. Anstoß). Daß eine (beidseitige) Lungenkontusion auch ohne Rippenbrüche möglich ist, beweist Fall F24.

Es ist hervorzuheben, daß in dieser Gruppe keine Rupturen von Aorta, Herz, Leber, Milz oder Zwerchfell auftraten.

4. Beckenregion: In 3 Fällen wurde ein Darmbeinkreuzbeingelenk gesprengt, davon zweimal mit Beteiligung der Symphyse.

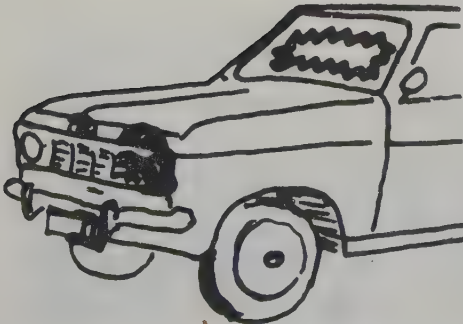
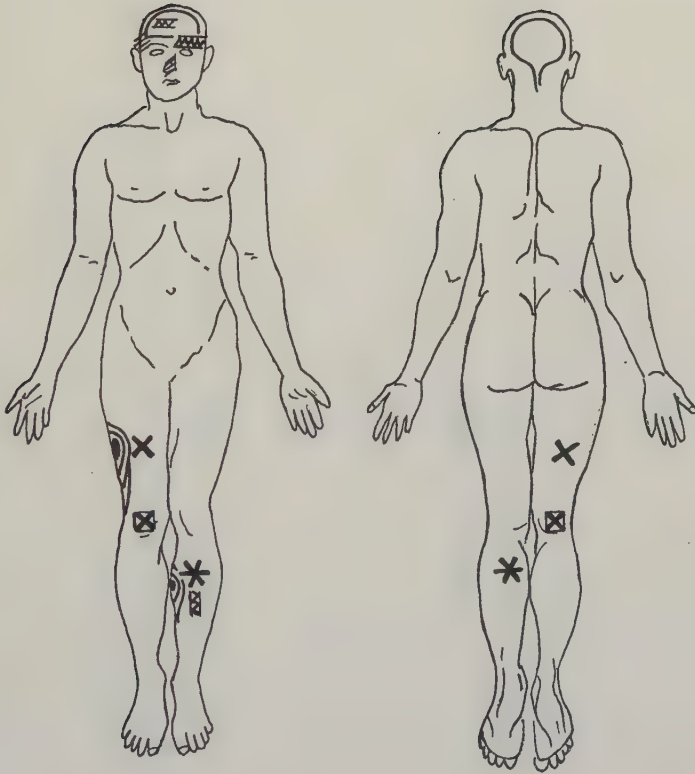
5. Untere Extremität: Dem Auswahlkriterium dieser Gruppe entsprechend zeigten alle Fußgänger schwere Verletzungen der Oberschenkel. Vor allem prägten massive Hämatome von Integument und Muskulatur, Ablede-

rungen und Wundtaschen in mehreren Fällen und Frakturen eines oder beider Oberschenkel in 9 Fällen das Verletzungsbild dieses Körperabschnitts.

Bis auf zwei Ausnahmen wurden einer oder beide Unterschenkel frakturiert, davon fünfmal Tibia bzw. Fibula zertrümmert. Nur einmal wurde ein Bieungskeil gesehen (B4).

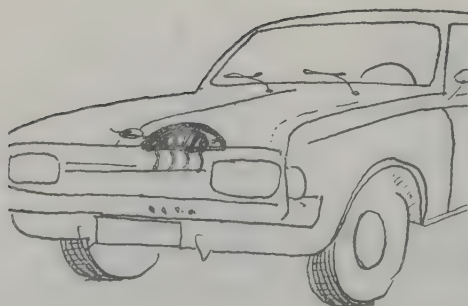
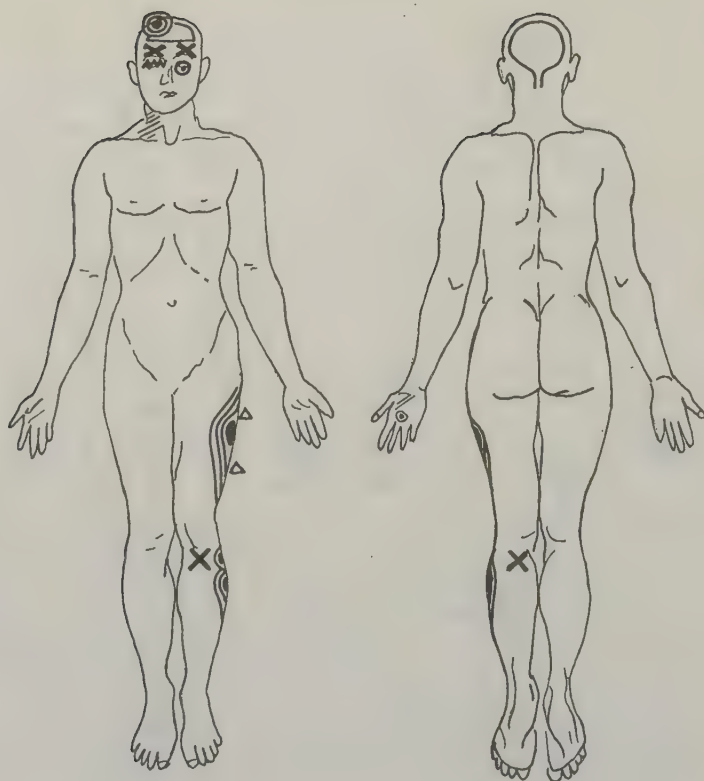
Die Beschädigungsbilder:

Bei etwa einem Drittel der Fälle wurden nur Pkw-Front und vordere Motorhaube beschädigt. Hier wurden die Fußgänger schräg über die Haube hinweggehoben, so daß kein 2. Kontakt mit dem Fahrzeug entstand. Die zugehörigen Verletzungsmuster zeigen dementsprechend auch keine Traumatisierung des Thorax und nur eine vergleichsweise geringe des Kopfes.



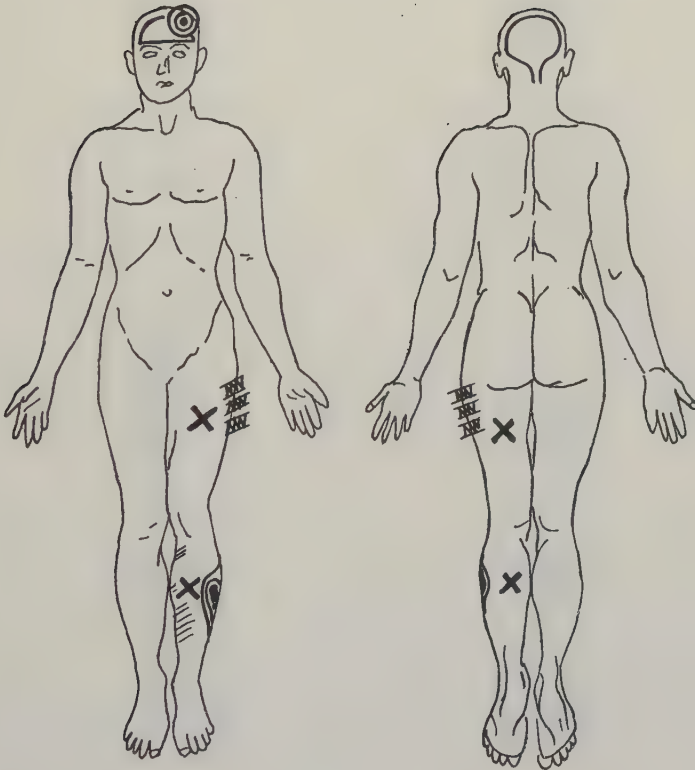
1. 60J; ♂; ?; ?;
2. ca. 20 km/h;
gebremst?
(Gutachten)
3. Gehrichtung
unbekannt
4. re frontolat.
Kopf - Wind-
schuttscheibe?
5. nicht tödlich

Abb. 27: Fallgruppe III, A 1



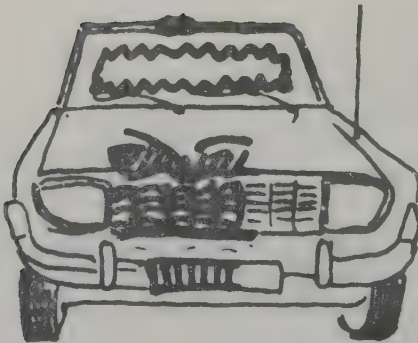
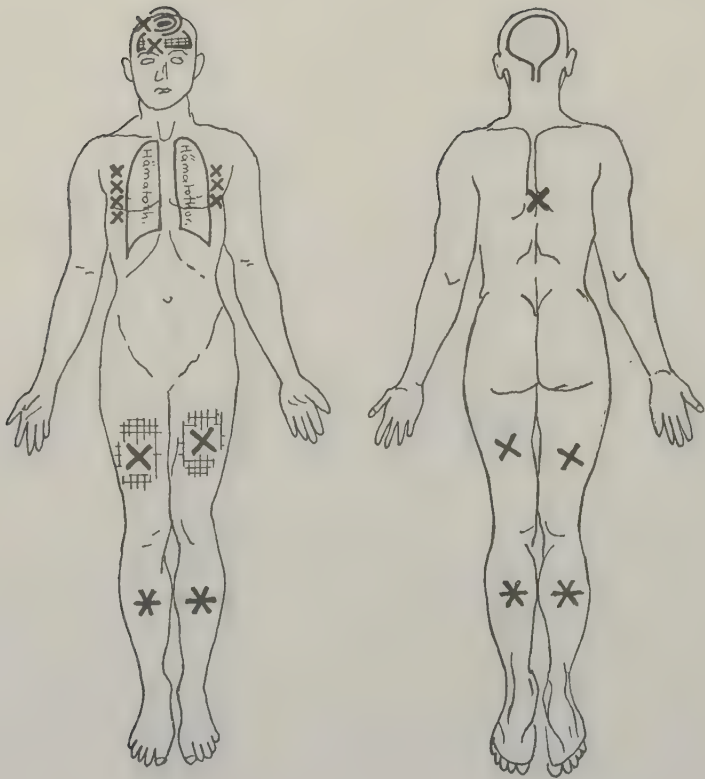
1. 74J; ♂; 1,72m; 70kg
2. 20 → 30 km/h;
wahrscheinl. gebr.
3. re → li (Zeuge)
4. li lateral
kein 2. Kontakt mit
dem Fzg.
Schädelfrakt. - Str?
5. Lungenembolie mit
Pneumonie;
✕ nach einigen T.

Abb. 28: Fallgruppe III, F 63



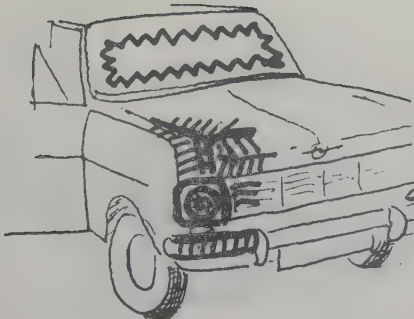
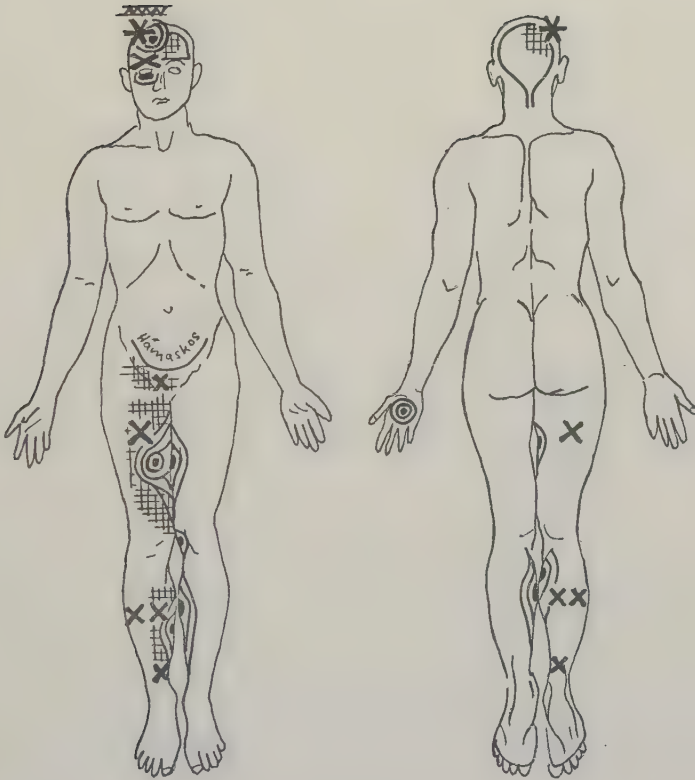
1. 74J; ♀; 1,60m; 74kg
2. ca. 40 km/h; ?
ungebr. (Fahrer)
3. re → li
"F. wurde auf die
Motorhaube geworfen!"
(Fahrer)
4. li lateral
5. Lungenembolie;
♣ nach 14 T.

Abb. 29: Fallgruppe III, F 26



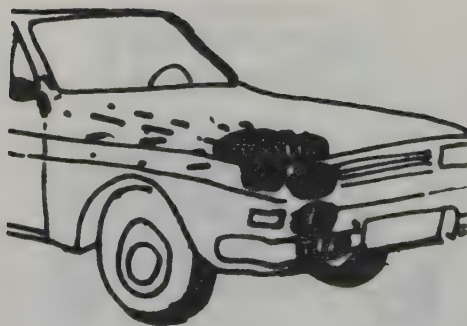
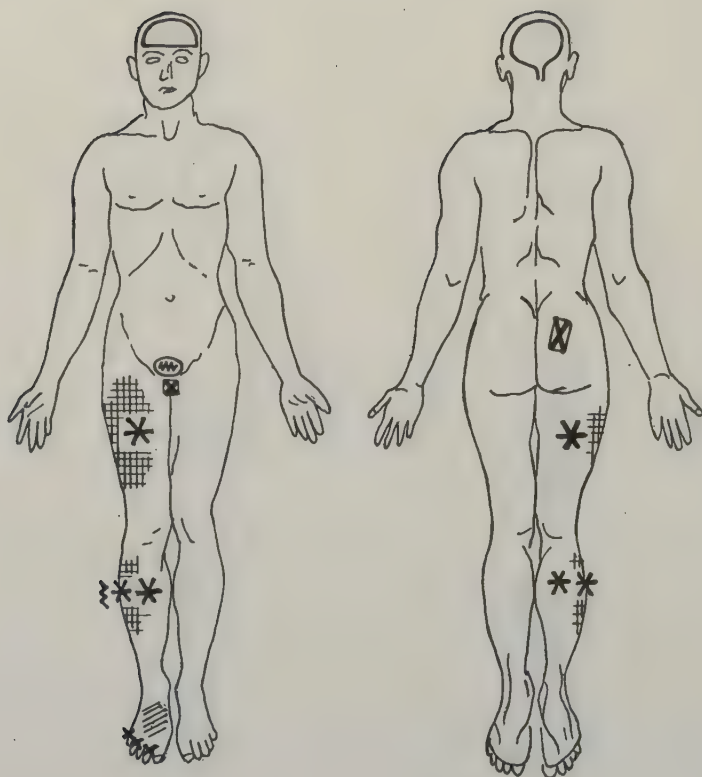
1. 68J; ♂; 1,70m; 68kg
2. 40 - 50 km/h; gebr.
3. li → re
"F. ist beim Zurückgehen stehengeblieben. Drehte sich vor Koll. zum Fzg. mit erhobenen Händen." (Fahrer)
4. frontal
Fraktur d. BWS Folge d. frontalen Anstoßes?
5. Traumat. Schock bei multiplen Schädelfrakt.

Abb. 30: Fallgruppe III, F 10



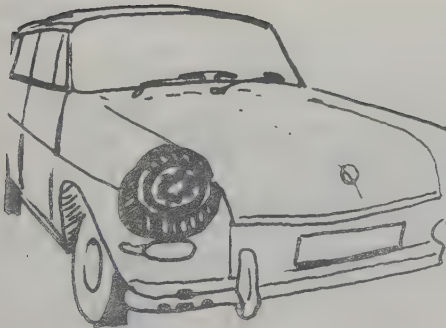
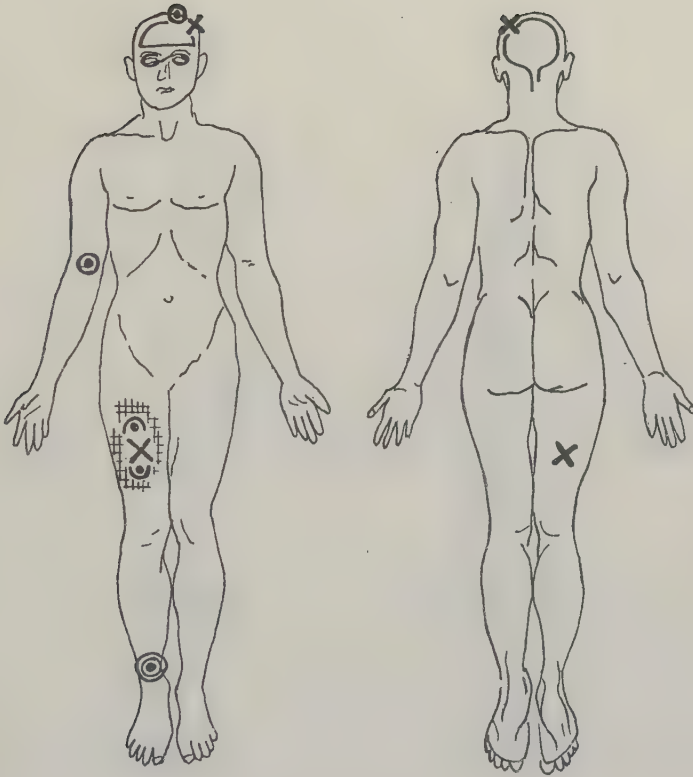
1. 57J; ♂; 1,72m; 72kg
2. 40 - 50 km/h; ungebr.
3. re → li, schräg entgegen zur Fahrtrichtung (Zeuge)
4. ventral (re Körperhälfte)
5. Z. L. bei Schädelbrüchen und Hirnkontusion

Abb. 31: Fallgruppe III, F 55



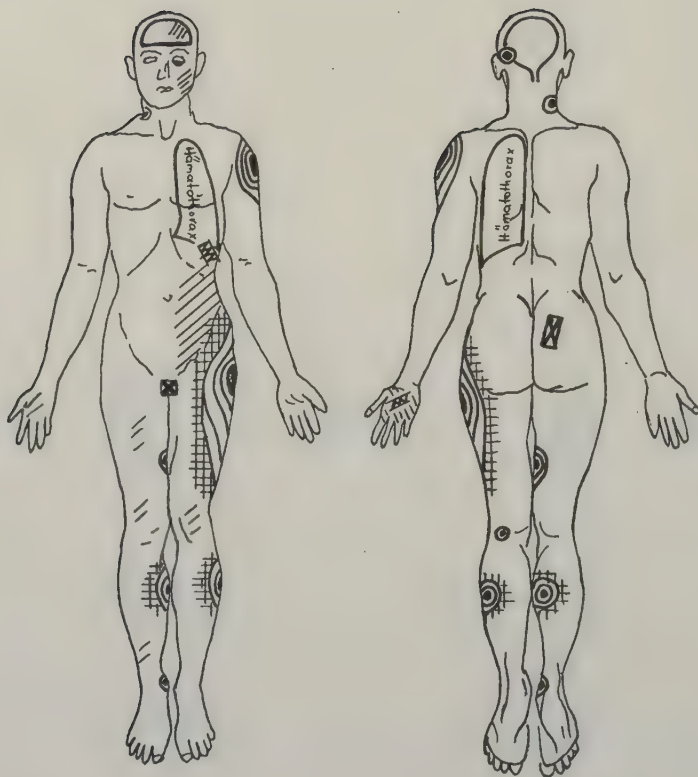
1. 57J; ♂; ?; ?;
2. ca. 50 km/h;
ungebremst
3. li → re
"F. wurde von Fzg-
front erfasst und
seidl. üb. re. Kot-
flügel hinweggehoben!"
(Fahrer)
4. re (ventro)lateral
5. nicht tödlich!

Abb. 32: Fallgruppe III, B 2



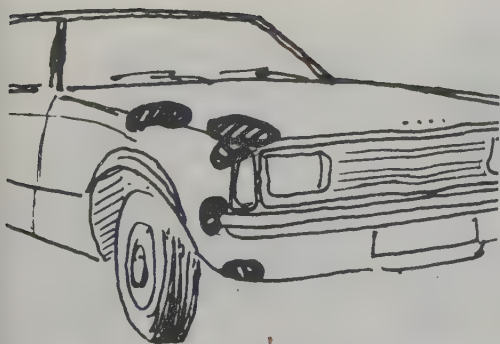
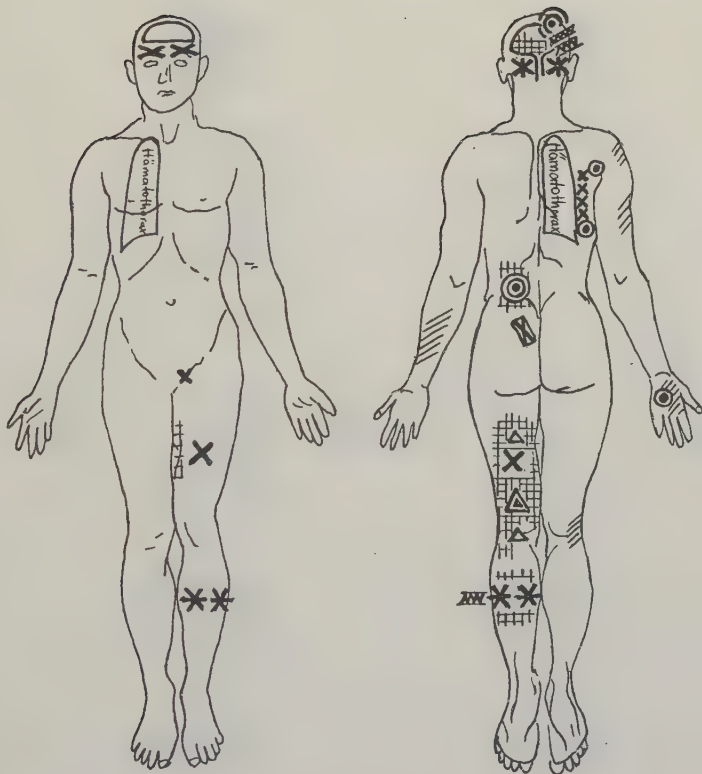
1. 17J; ♀; ?; ?;
2. ca. 50 km/h; ungebr. (Fahrer)
3. entgeg. zur Fahrtrichtung, re Fb-Rand; Landstr. (Zeuge)
4. frontal, re Körperhälfte
kein 2. Kontakt mit dem Fzg.
5. nicht tödlich

Abb. 33: Fallgruppe III, B 4



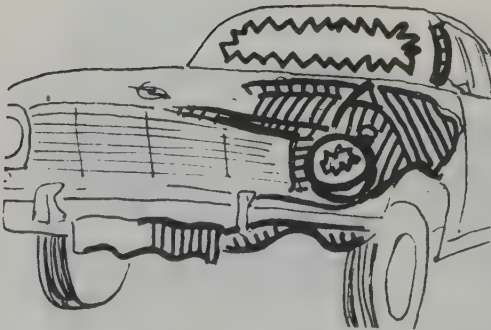
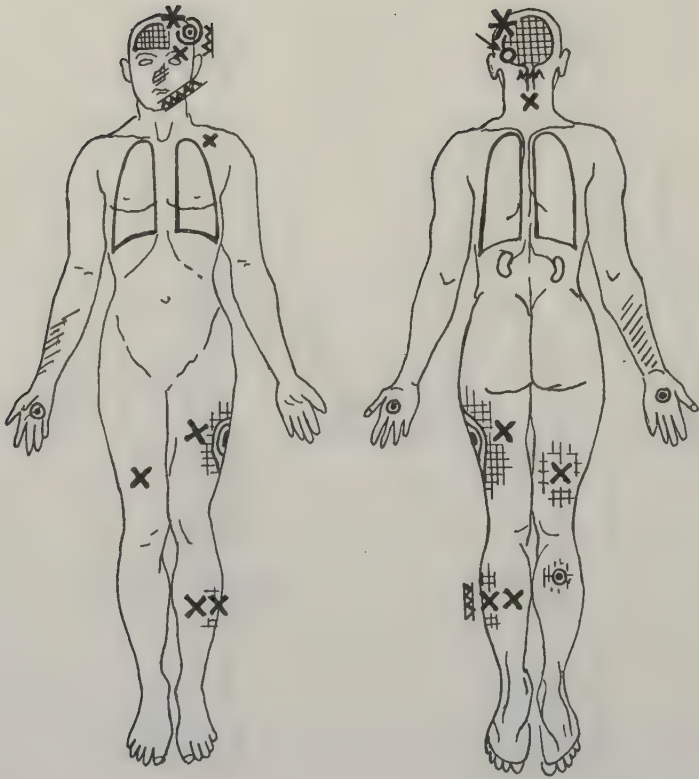
1. 36J; ♂; 1,83m; ?;
2. ca. 50 km/h (Zeuge);
ungebremst;
Fahrerflucht
3. in Fahrtrichtung, re
Fb-Rand; Landstr.
(Zeuge)
4. li laterodorsal
Schulter - Seitenholm
5. massive Lungenembolie
♣ nach 18 T.

Abb.34: Fallgruppe III, B 6



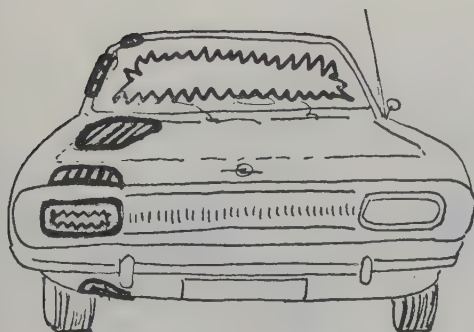
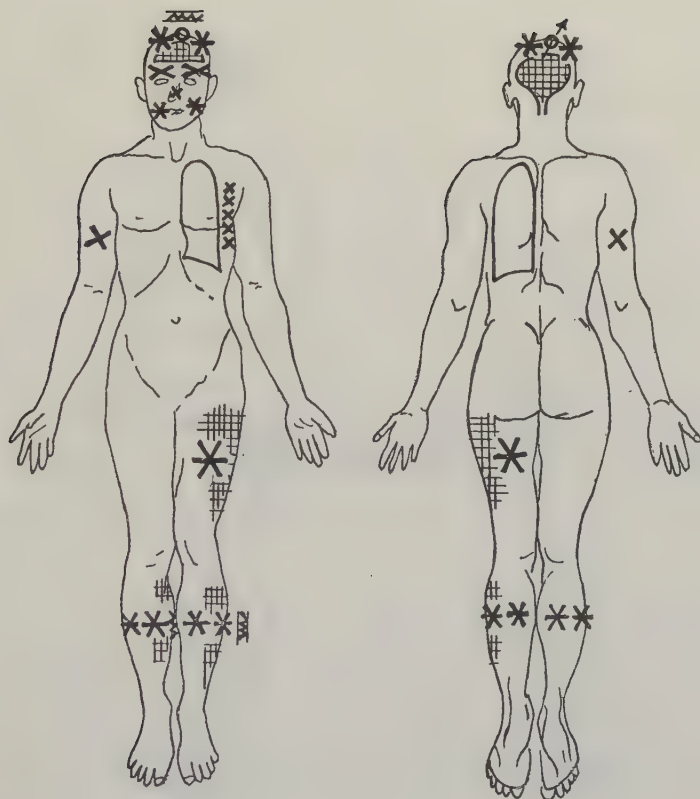
1. 46J; ♂; 1,71m; ?;
2. 50 - 60 km/h;
ungebremst
3. in Fahrtrichtung
"F. machte einen
Ausfallschritt zur
Fb-Mitte." (Fahrer)
4. dorsal
5. Z. L. bei multip-
len Schädelfrakt.

Abb. 35: Fallgruppe III, B 17



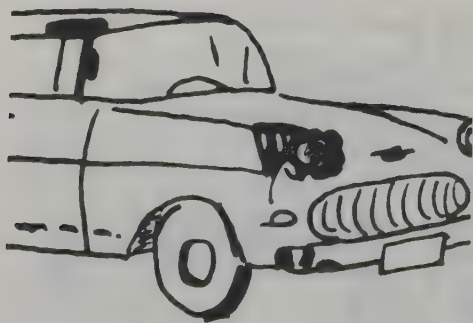
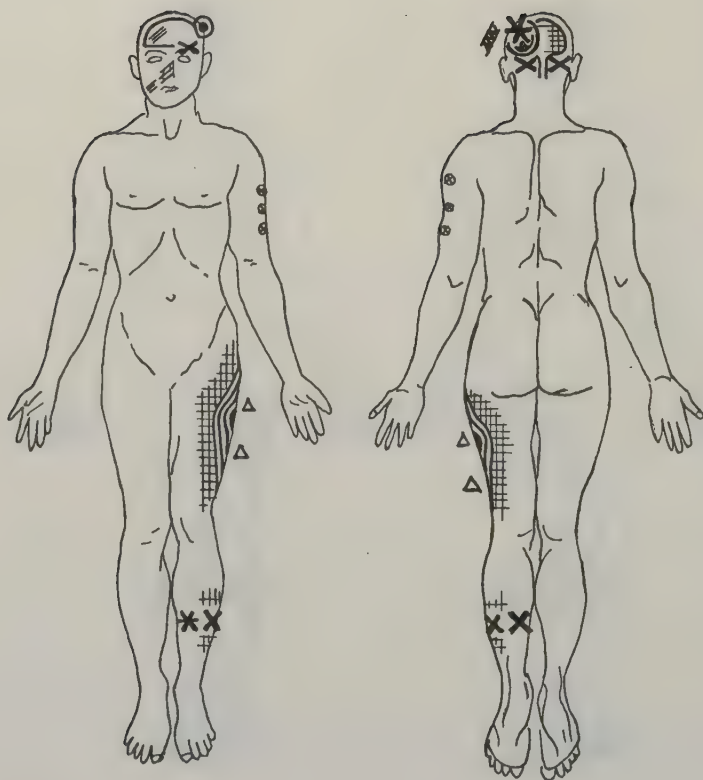
1. ?; ♂; 1,68m; 62kg
2. 65 - 70 km/h; gebr.
3. re → li
Autobahn
4. li (dorso)lateral
5. Z. L. bei Schädel-
u. Gehirnzertrüm-
merung.

Abb. 36: Fallgruppe III, F.24



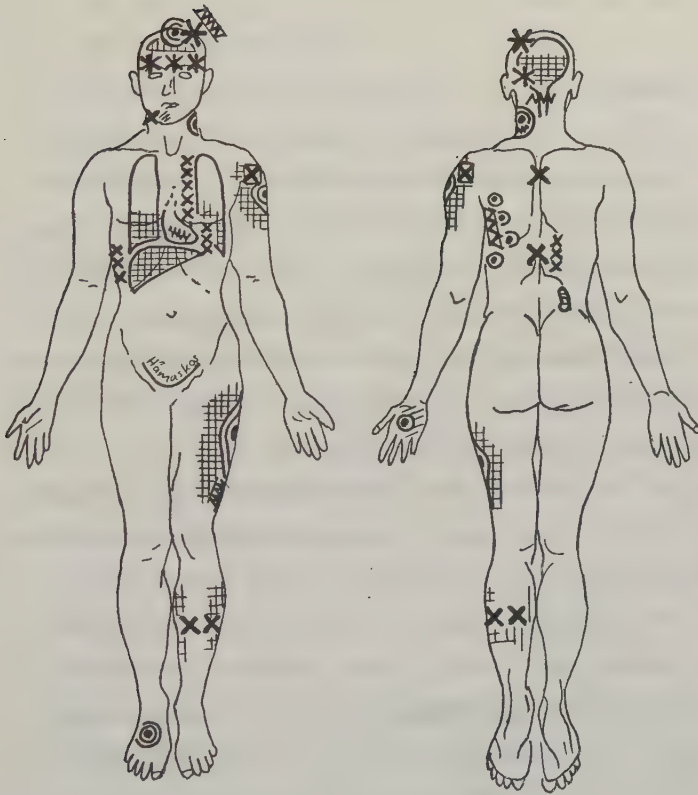
1. 72J; ♂; 1,75m; ?;
2. 65 - 75 km/h;
ungebremst
3. re → li
4. li lateral
5. Z. L. bei Schä-
delzertrümmerung
u. Gehirnaustritt

Abb. 37: Fallgruppe III, B 14



1. 54J; ♂; 1,67m; ?;
2. ca. 80 km/h ?;
ungebremst;
Fahrerflucht
3. in Fahrtrichtung,
re Fb-Rand
4. li laterodorsal
5. Z. L. bei Trümmer-
frakt. d. Schädels

Abb. 38: Fallgruppe III, B 3



1. 24J; ♂; 1,62m; 58kg
2. 80 - 90 km/h;
ungebremst
3. re → li
"F. lief." (Zeugen)
4. li lateral
F. prallte mit dem
Oberkörper geg. ein
Verkehrszeichen!
5. Z. L. bei multiplen
Schädelbrüchen u.
Hirnertrümmerung

Abb. 39: Fallgruppe III, F 15

D: Die Fallgruppe IV

Vorbemerkung:

In dieser Fallgruppe mit der sehr tiefen Anstoßverletzung als Auswahlkriterium haben die Verletzungsmuster grundlegende Unterschiede zwischen dorsalem und lateralem Stoß aufgedeckt, die auf eine unterschiedliche Bewegungsmechanik schließen lassen. Es erschien sinnvoll, die Gruppe hinsichtlich der Anstoßrichtung in zwei Untergruppen zu unterteilen und diese getrennt zu beschreiben.

Weiter hat sich gezeigt, daß als Unfallpartner nicht nur Pkws mit keilförmig aufgewölbtem Vorderteil anzutreffen waren. 14 VW-Käfern stehen 6 Pkws mit gestufter Haube gegenüber. Aus dem Studium der VDA-Typenblätter geht jedoch hervor, daß diese Pkws der Käferform insofern ähneln, als ihre Stoßstange z.T. relativ weit vorspringt bzw. ihre Haube entweder stark abgerundet (VW 1500, alter Opel, Mercedes in der Nische zwischen Scheinwerfer und Kühlergrill) oder sehr niedrig gestaltet ist (Goggomobil, Ford Capri, Renault; wobei bei letztgenanntem Pkw die Überlänge des Fußgängers ausschlaggebend gewesen sein dürfte.). Inwieweit das Vorhandensein einer Haubenkante trotzdem die Unfallmechanik in Richtung der Verhältnisse in Fallgruppe III verändert, muß dahingestellt bleiben. Für die Unfallfahndung bleibt festzuhalten, daß bei Vorliegen einer isolierten tiefen Anstoßverletzung die Beteiligung von Pkws mit Pannentonform keineswegs ausgeschlossen werden darf.

D 1: Die Fallgruppe IVa (8 Fälle)

Dazu Abbildungen 40 - 47

Kennzeichen: Sehr tiefer dorsaler Anstoß bei Pkws mit keilförmiger bzw. niedriger gestufter Haube.

Unfallmechanik: Nach dem primären Stoß, bei dem Kopf und Oberkörper nahezu unbeschleunigt bleiben, erreicht der Fußgänger in mehr oder weniger sitzender Haltung die Windschutzscheibe. Während es zu einem heftigen Anprall des Oberkörpers gegen steife Fahrzeugstrukturen kommt, kann der Kopf das Fahrzeugdach überragen und die Halswirbelsäule einer erheblichen Scher-Zugbelastung aussetzen.

Vermutliche Zuordnung:

a) primärer Kontakt

Unterschenkel - Stoßstange

b) sekundärer Kontakt

Oberkörper - Frontscheibenumrahmung

Hals, Kopf - Fahrzeugdach

Auswertung der Verletzungsmuster:

1. Kopfreion: Neben obligaten Blutunterlaufungen ist als Besonderheit die hohe Quote an Durchtrennungen der Kopfschwarte im Scheitel/Hinterhauptsbereich hervorzuheben. Bei 6 mit einem VW-Käfer verunglückten Fußgängern imponieren diese Rißwunden durch ihre Länge, Scharfrandigkeit und den annähernd cranio-caudalen Verlauf. Auffälligerweise ist die Traumatisierung der äußeren⁸ Kopfweichteile lediglich in 4 Fällen mit

Frakturen des Gehirnschädels korreliert. Dabei war stets die Schädelbasis, nur zweimal die Kalotte betroffen. Obwohl für diese Gruppe das Zusatzkriterium "dorsaler Anstoß" gilt, fand sich bei 3 Fußgängern ein Bruch des Unterkiefers bzw. des Nasenbeins, zweimal in Kombination mit Schädelbasisbrüchen.

2. Halsregion: In 5 Fällen, dreimal in Verbindung mit Schädelfrakturen wurde die Halswirbelsäule verletzt. Dabei waren je zweimal (F36, F41) das Atlanto-Occipitalgelenk bzw. eine Zwischenwirbelscheibe (B12, F64) isoliert zerrissen, einmal war die Halswirbelsäule sowohl an ihrer gelenkigen Verbindung mit dem Schädel als auch an der Grenze zur Brustwirbelsäule traumatisiert. (B13)

3. Thoraxregion: Hier dominieren meist beidseitig lokalisierte Rippenserienfrakturen mit ausgedehnten Lungenkontusionen und massiver Blutung in den Pleuraraum (Ausnahme Fall B10). Neben einfachen waren in 5 Fällen doppelte Rippenserienfrakturen zu beobachten.

In Konsequenz der hochgradigen Traumatisierung des knöchernen Thorax, wobei auch die Fraktur der Brustwirbelsäule in zwei Fällen (B12, F36) und die Fraktur von Teilen des Schultergürtels in 3 Fällen zu erwähnen sind, wurden Leber und/oder Milz in 4 Fällen rupturiert, während Herz und Aorta stets unversehrt blieben.

4. Beckenregion: Nur kleinere Weichteilhämatome in wenigen Fällen.

5. Untere Extremität: Ein oder beide Unterschenkel waren in drei Viertel der Fälle gebrochen, z.T. zertrümmert. Ein Biegeungskeil (F41).

Der Oberschenkel brach nie.

Die Beschädigungsbilder:

Den uniformen Verletzungsmustern dieser Fallgruppe entsprechend zeigten sich gleichmäßig 3 Bereiche an den Fahrzeugen beschädigt:

Kotflügel/Motorhaube - Frontscheibe/Seitenholm -
Dach/Regenrinne.

Das abweichende Verletzungsmuster von Fall B10 zeigt, daß bei mittigem Anstoß, insbesondere bei der hochgezogenen Haube des beteiligten VW 1500 die erwartete Fußgängerbewegung erheblich behindert wird.

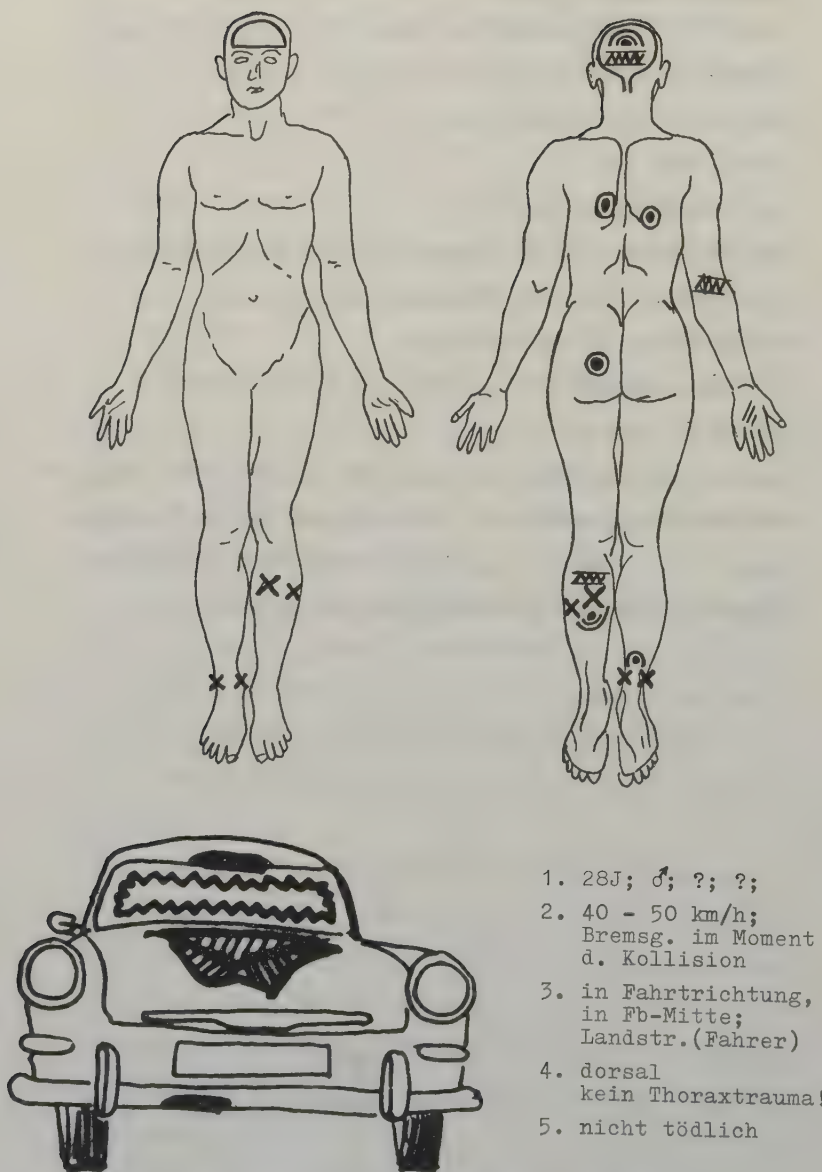
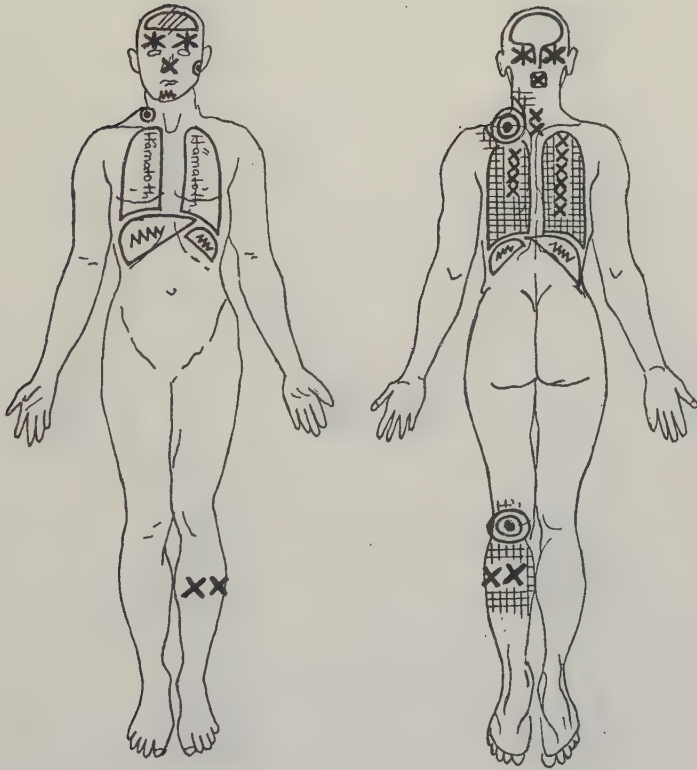
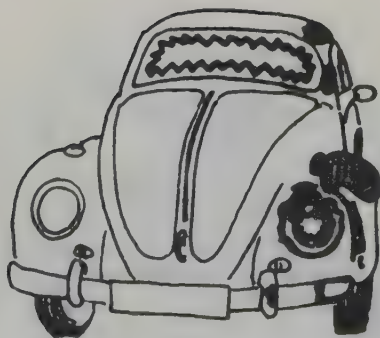
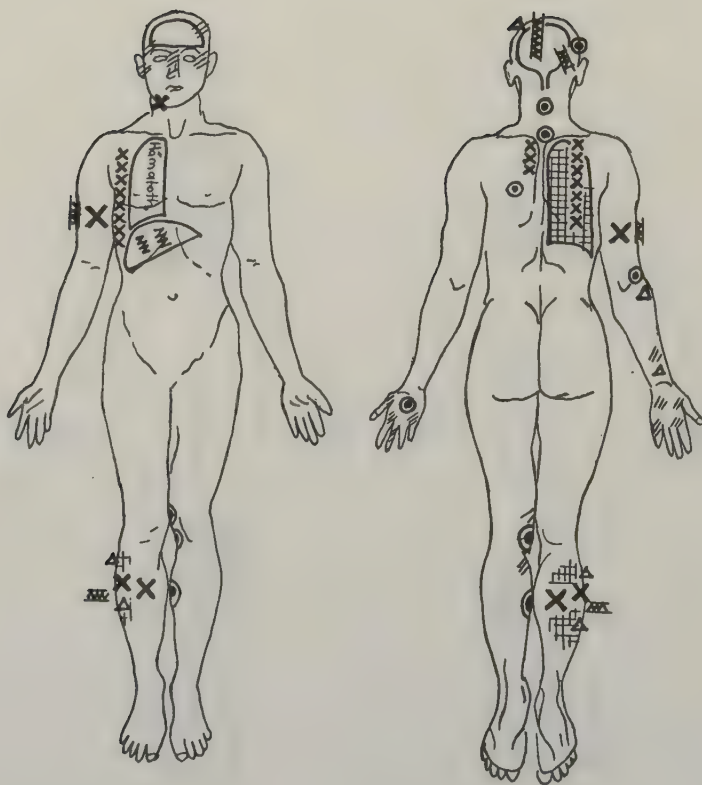


Abb. 40: Fallgruppe IVa, B 40



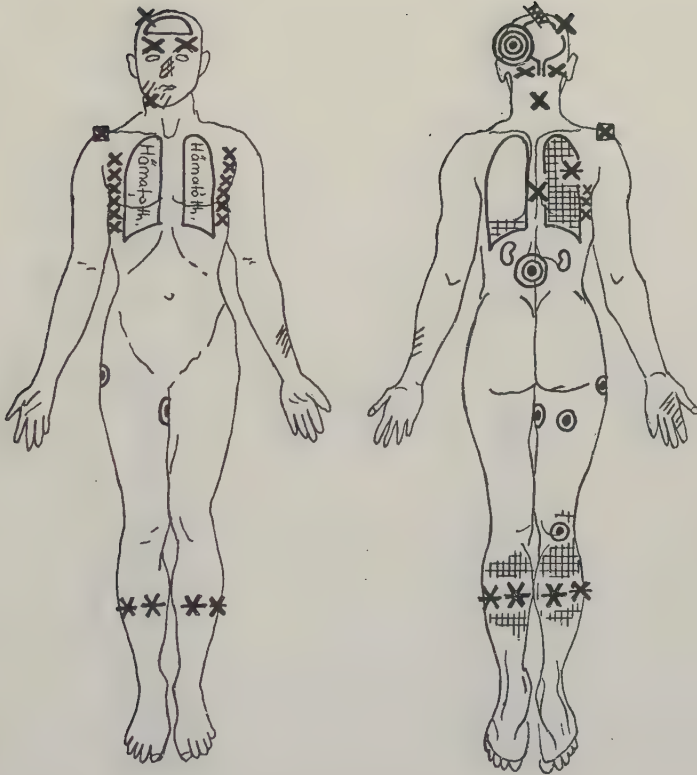
1. 40J; ♂; 1,90m!; 100kg!
2. 40 - 50 km/h; ungebr.
(Fahrer)
3. Gehrichtung unbek.
"F. lief auf der re
Fb-Seite." (Fahrer)
4. dorsal
5. Z. L. bei Schädel-
brüchen

Abb. 41: Fallgruppe IVa, B 13



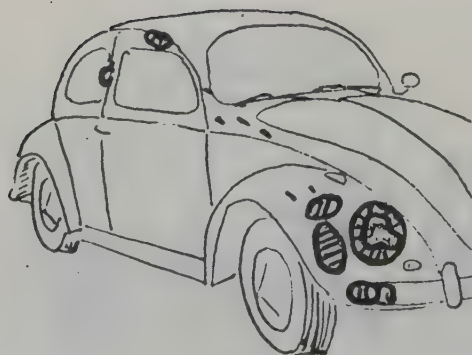
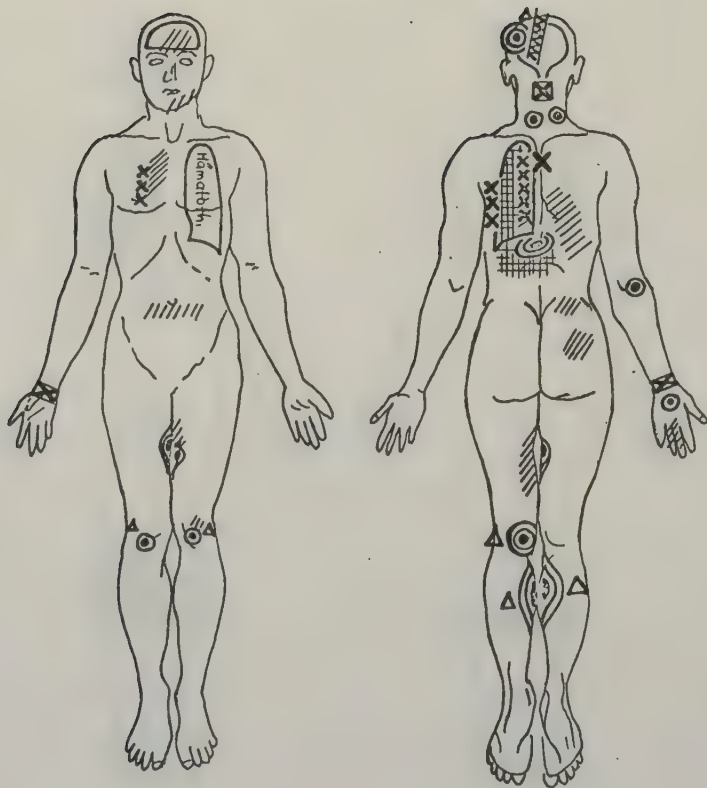
1. 36J; ♂; 1,75m; 66kg
2. ca. 60 km/h; ungebremst
3. li → re (Fahrer)
4. dorsal
5. Z. L. in Verbindung mit Ausbluten (Lunge)

Abb. 42: Fallgruppe IVa, F. 39



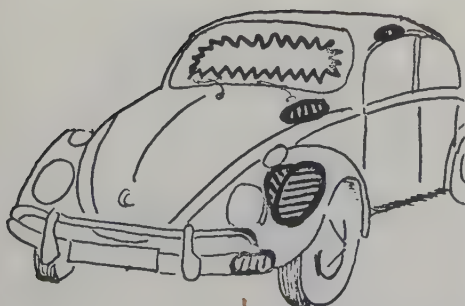
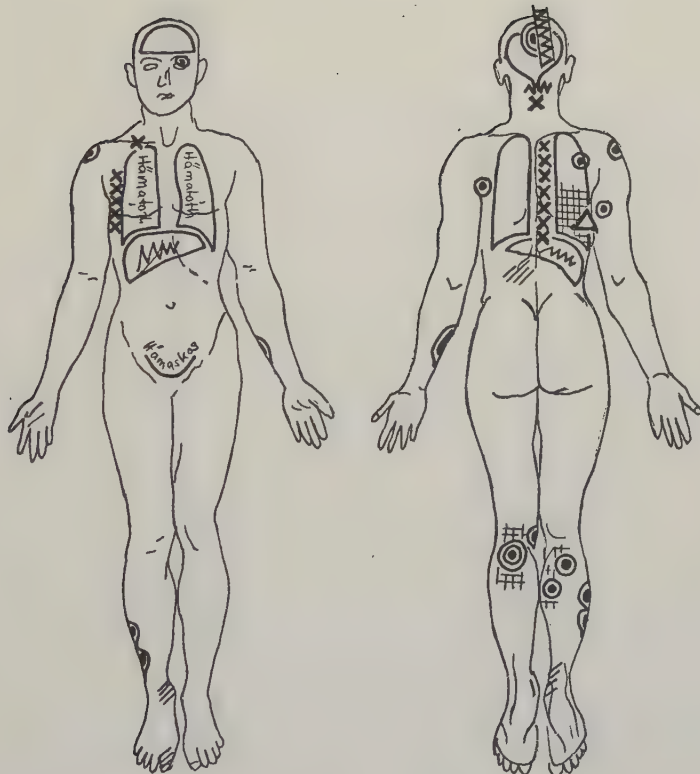
1. 69J; ♂; 1,68m; 65kg
2. 60 km/h ; gebremst
(Gutachten)
3. Gehrichtung unbek.
"F. lief im re Drit-
tel d. Fb." (Fahrer)
4. dorsal
5. Z. L. infolge Schä-
delfraktur u. Frakt.
d. HWS

Abb. 43: Fallgruppe IVa, B 12



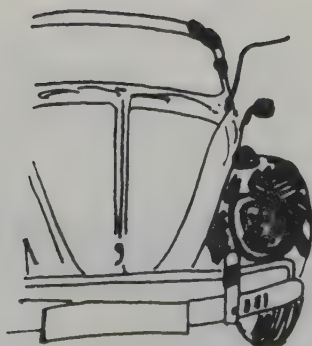
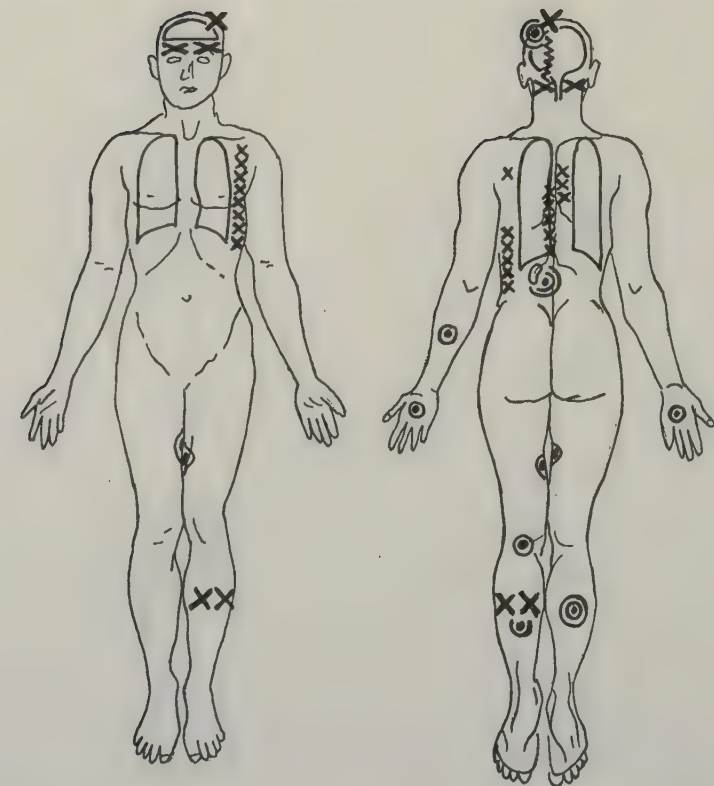
1. 68J; ♂; 1,75m; 117kg!
2. 60 - 70 km/h; ungebr.
(Fahrer)
3. re → li (Fahrer)?
Landstr.
4. dorsal
5. Z. L. bei ZerreiBung
d. Atlanto-Occipital-
Gelenkes

Abb. 44: Fallgruppe IVa, F 36



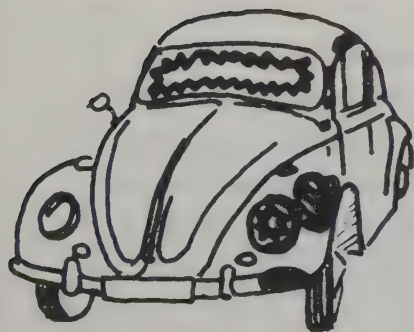
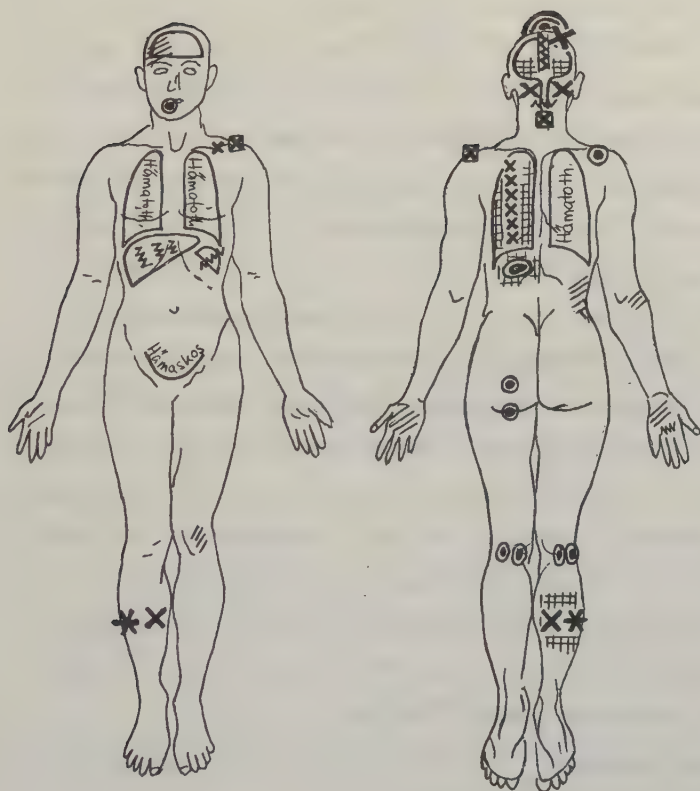
1. 62J; ♂; 1,66m; 62kg
2. 60 - 70 km/h ?
3. li → re ?
4. dorsal
5. Z. L. bei Fraktur d. vWS mit Durchtrennung des Halsmarks

Abb. 45: Fallgruppe IVa, F 64



1. 59J; ♂; 1,70m; 71kg
2. 60 - 70 km/h; ungebremst (Gutachten)
3. li → re (Fahrer); Landstr.
4. dorsal
5. Z. L. bei multiplen Schädelbrüchen u. Hirnkontusion

Abb. 46: Fallgruppe IVa, F 1



1. 59J; ♂; 1,68m; 99kg!
2. 50 - 60 km/h; ungebremst (Fahrer des überholten Pkws)
3. in Fahrtrichtung, li Fb-Rand, Landstr.
4. dorsal
5. Z. L. bei Schädelbrüchen u. Abriß d. Halsmarks von Medulla obl.

Abb. 47: Fallgruppe IVa, F 41

D 2: Die Fallgruppe IVb (11 Fälle)

Dazu Abbildungen 48 - 58

Kennzeichen: Sehr tiefer lateraler (frontaler) Anstoß bei Pkws mit keilförmiger Haube.

Unfallmechanik: Hierzu liegt keine Modellanalyse vor.

Auswertung der Verletzungsmuster:

1. Kopfregion: Außer einer mehr oder minder großen Hämatombildung unter der Kopfschwarte in der Mehrzahl der Fälle zeigten 6 Verunglückte eine Durchtrennung der äußeren Kopfweichteile ohne besondere Charakteristik. In 5 Fällen wurde der Gehirnschädel gebrochen, wobei im Gegensatz zur Schädelbasis die Kalotte nur zweimal betroffen war. Bei Hinzuzählung isolierter Kieferfrakturen in 2 Fällen (A7, F56) beläuft sich die Gesamtzahl der Schädelbrüche auf sieben. Die einzige Schädel-Hirnzertrümmerung (F66) zählt zu den extremsten Formen der ganzen Sammlung.

2. Halsregion: Die Halswirbelsäule blieb bis auf eine Ausnahme (F60) unverletzt.

3. Thoraxregion: Rippenbrüche fanden sich ebenfalls nur in einem einzigen Fall in Verbindung mit der Fraktur der Halswirbelsäule (F60). Die Brustwirbelsäule brach nie, auch kam es nie zur Ruptur von Aorta, Zwerchfell oder Leber, während einmal (F49) eine Lungenquetschung (ohne gleichzeitige Rippenserienfraktur!) beobachtet wurde.

4. Beckenregion: keine Frakturen.

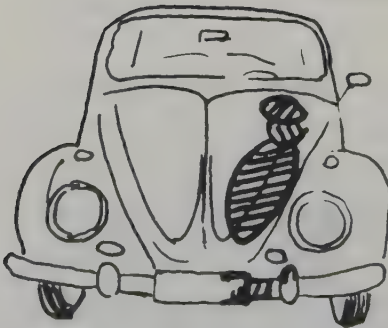
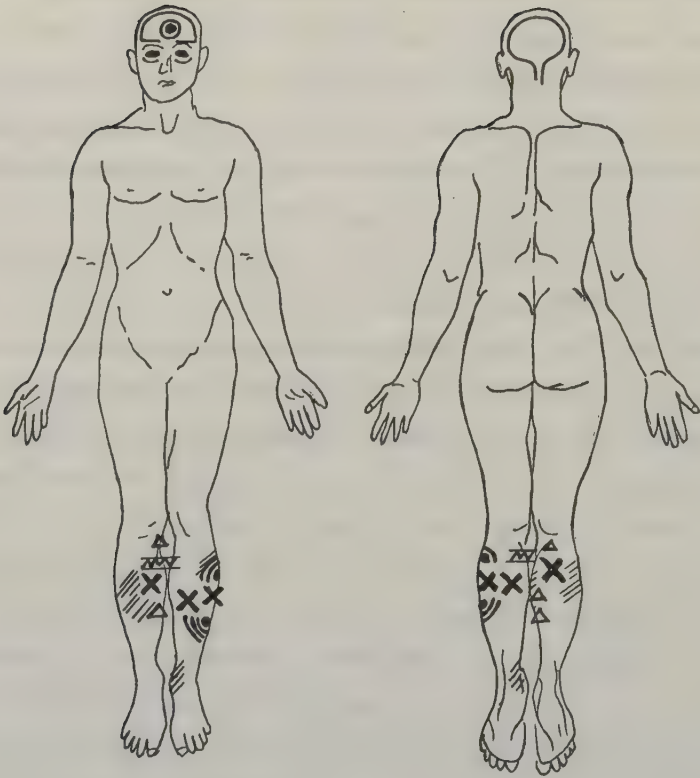
5. Untere Extremität: In allen 11 Fällen wurden ein

oder beide Unterschenkel gebrochen, einmal mit Aus-
sprengung eines Biegungskeiles aus der Tibia.

Überraschend wurde 2 Fußgängern bei der Kollision mit
einem VW-Käfer der dem Fahrzeug zugewandte Oberschen-
kel frakturiert, obwohl eine entsprechende Fahrzeug-
struktur (Haubenkante) fehlt.(F46, F60).

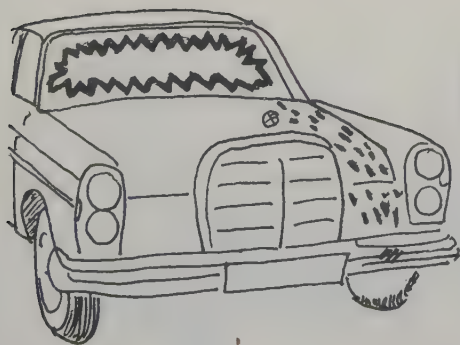
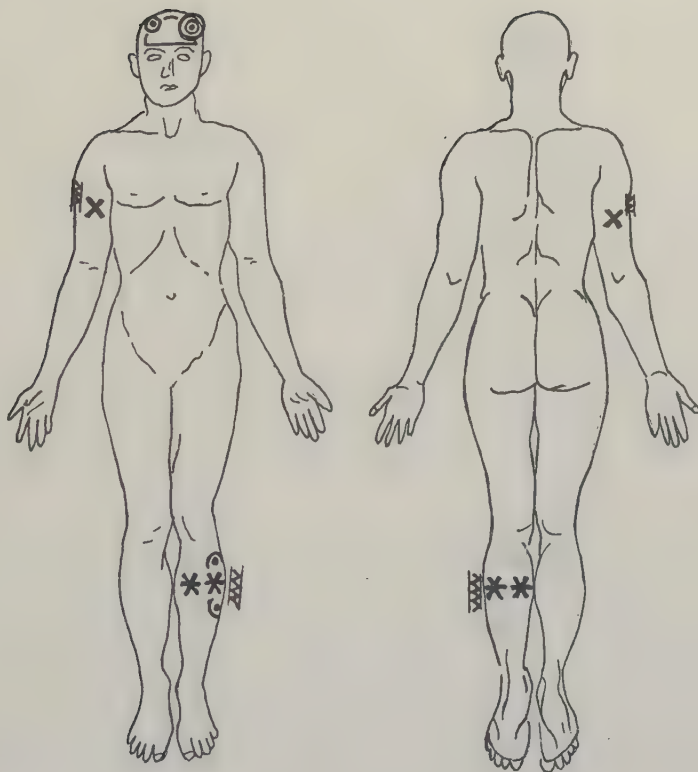
Die Beschädigungsbilder:

Bis auf 2 Fälle im niedrigen Geschwindigkeitsbereich
kam es stets zum 2. Kontakt im Bereich der Frontschei-
be und des vorderen Daches mit entsprechenden Beschä-
digungen.



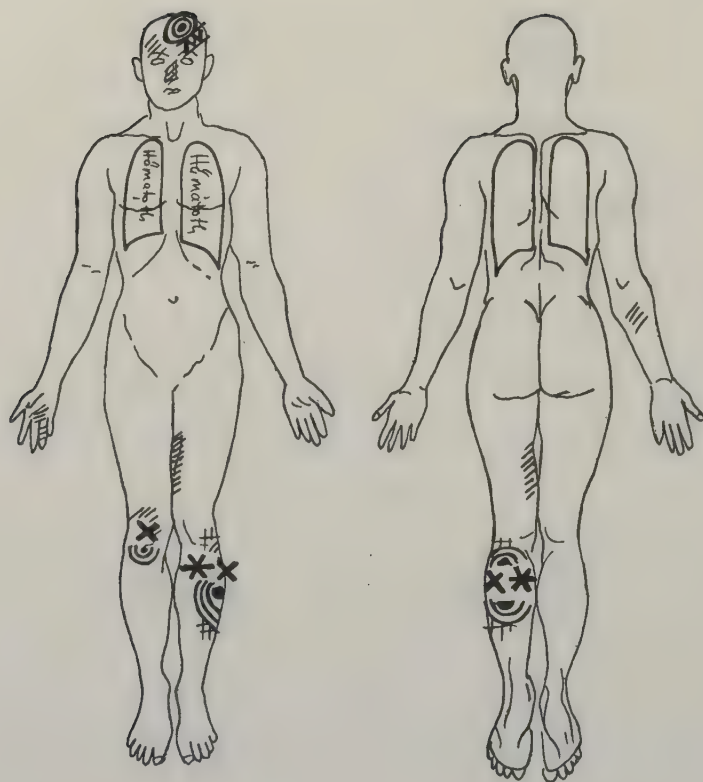
1. 77J; ♀; 1,47m!; 56kg
2. 20 - 30 km/h (Fahrer u. Zeuge); gebremst
3. re → li
"F. blieb in meiner Fb stehen." (Fahrer)
4. li lateral
5. Sepsis, ausgehend v. Osteomyelitis, ⊕ nach 6 Wo.

Abb. 48: Fallgruppe IVb, F 21



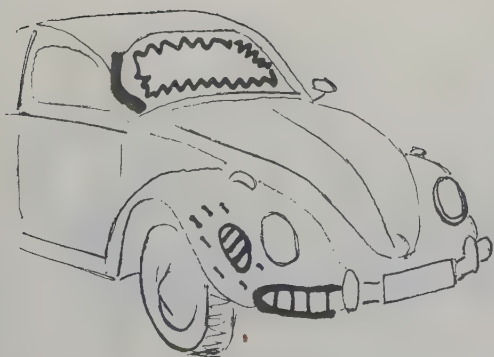
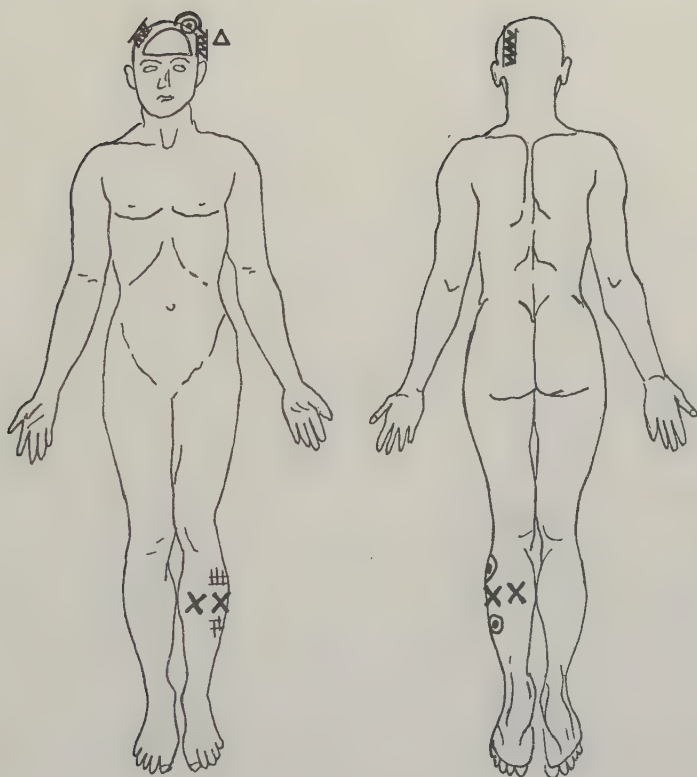
1. 82J!; ♂; 1,69m; 65kg
2. ca. 30 km/h; gebr.
3. li → re (rückwärts)
"F. stand in Fb-Mitte
u. trat plötzlich zu-
rück. Wurde auf die
Motorhaube geworfen."
(Fahrer)
4. li lateral
5. Myokardinfarkt?
⊕ 4 T. nach Unfall

Abb. 49: Fallgruppe IVb, F 6



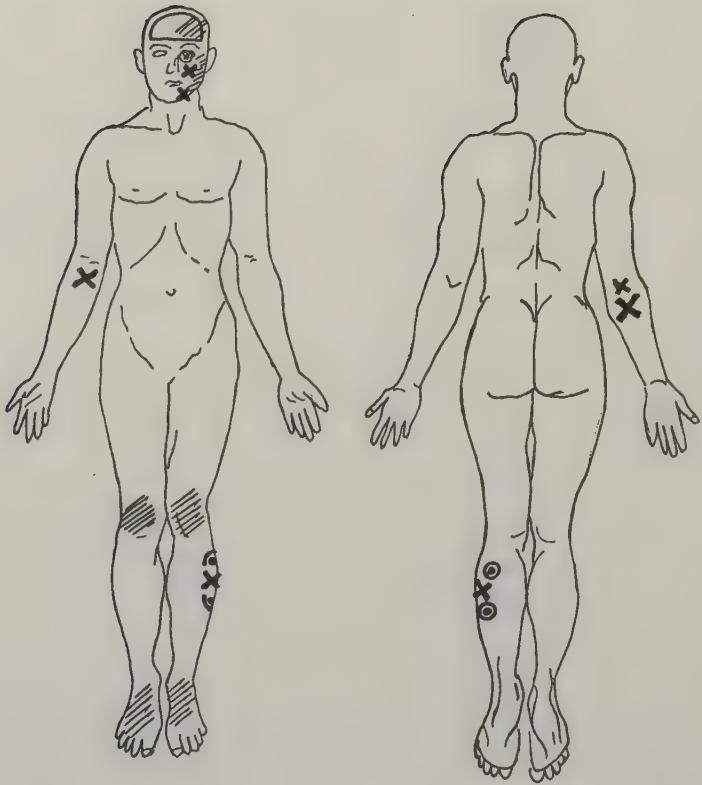
1. 87J!; ♂; 1,67m; 62kg
2. 25 - 35 km/h; gebr.
3. re → li
"F. blieb in der Fb
stehen." (Zeuge)
4. li lateral
5. Pneumonie
⊕ 4 Wo nach Unfall

Abb. 50: Fallgruppe IVb, F 58



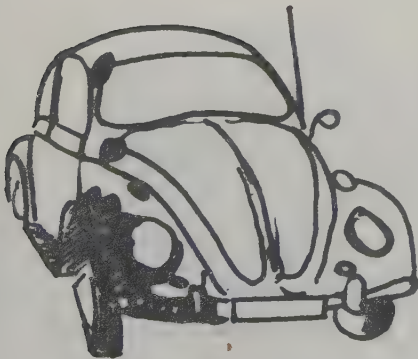
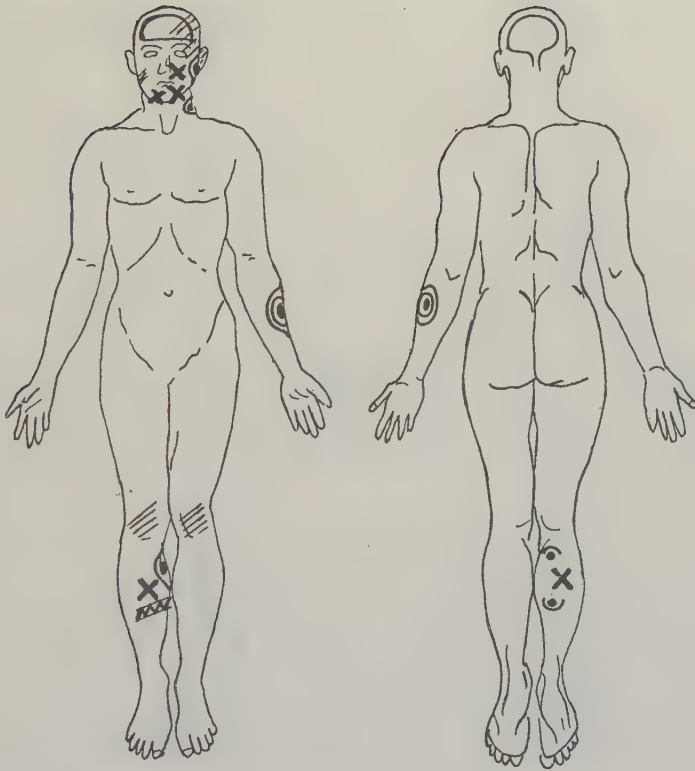
1. 45J; ♀; ?; ?;
2. ca. 40 km/h; gebr.
3. re → li
4. li lateral
5. nicht tödlich

Abb. 51: Fallgruppe IVb, A 5



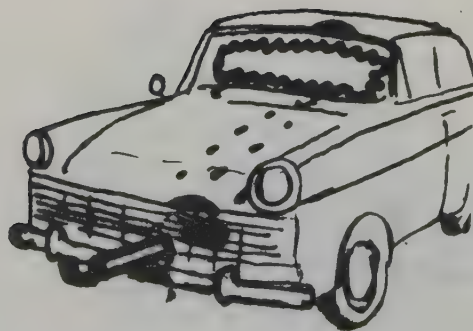
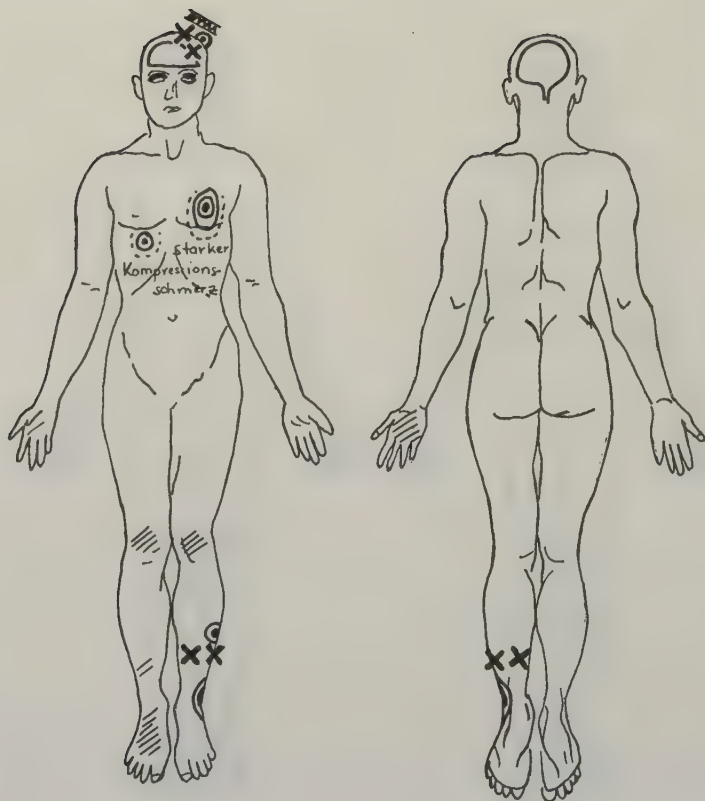
1. 40J; ♀; ?; ?;
2. 40 - 45 km/h;
ungebremst (Usk)
3. li → re (Fahrer
und Beifahrer)
"F. rannte"
(Fahrer)
4. li lat.
Widerspruch zu 3.
5. nicht tödlich

Abb. 52: Fallgruppe IVb, A 7



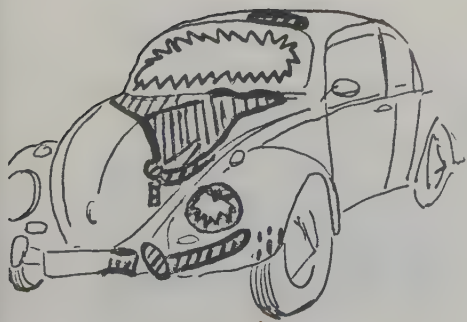
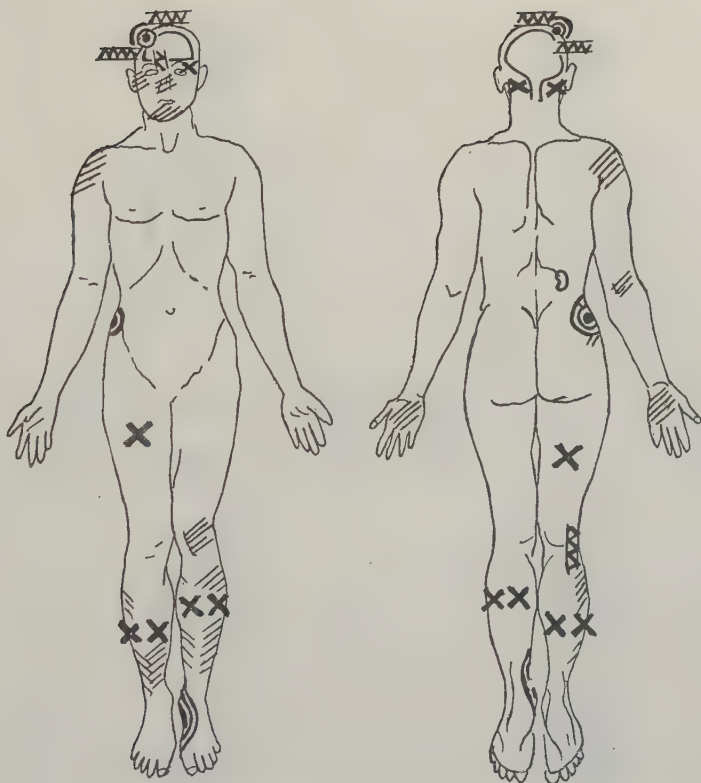
1. 28J; ♀; 1,75m; 56kg
2. 40 - 50 km/h;
ungebremst
3. re → li
"F. lief." (Fahrer)
4. Anstoßrichtung aus
Verl.-Bild nicht si-
cher beurteilbar.
Li frontolat. Anstoß
denkbar
5. Abszedierende Pneumo-
nie, ✚ nach 6 Wo.

Abb. 53: Fallgruppe IVb, F 56



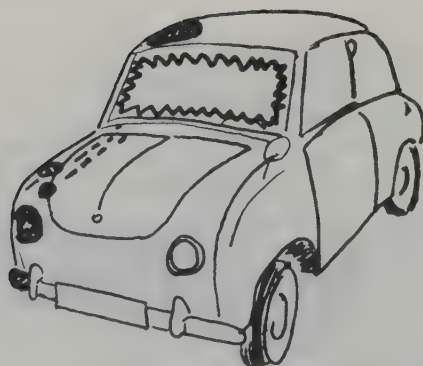
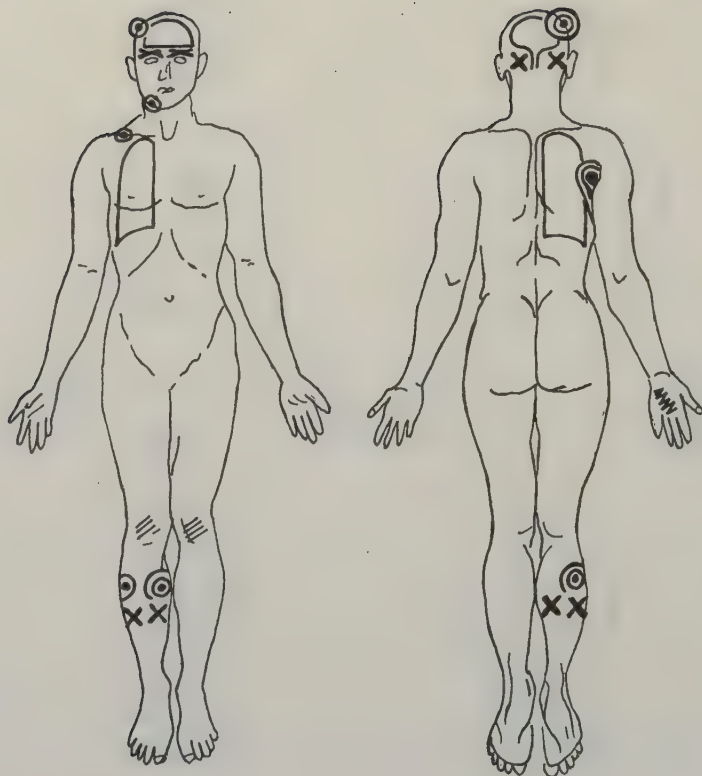
1. 30J; ♂; ?; ?;
2. 45 - 50 km/h; gebr. (Gutachten)
3. li → re (rückwärts)
"F. stand in Fb-Mitte, mit Gesicht zum Fzg. Machte plötzlich einen Schritt zurück!" (Fahrer)
4. li lateral
5. nicht tödlich!(Alter?)

Abb. 54: Fallgruppe IVb, B 1



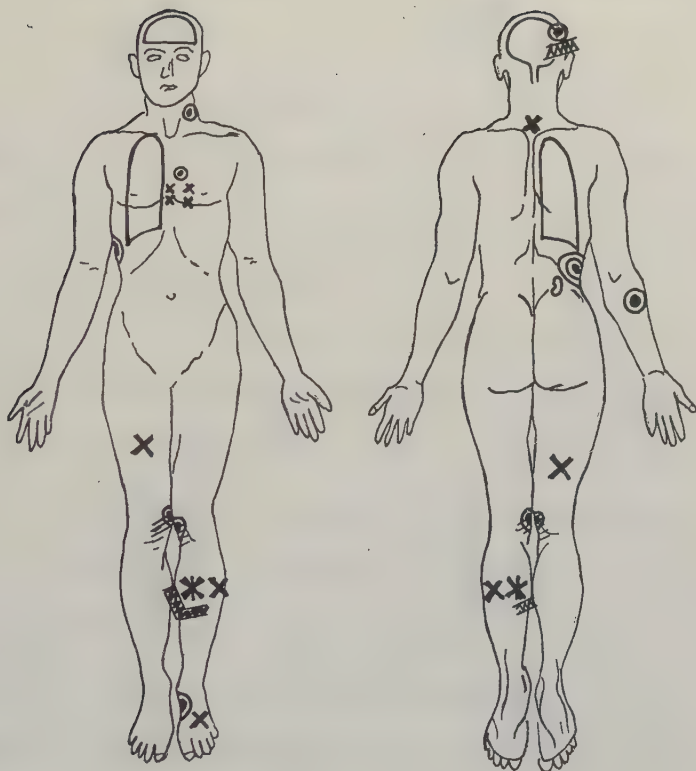
1. 27J; ♂; 1,67m; 57kg
2. ca. 50 km/h; ungebr.
3. li → re
"F. kam hinter parkendem Wagen hervorgelaufen." (Fahrer)
4. re lateral
5. Todesursache nicht genau nachweisbar, wahrsch. Z. L.

Abb. 55: Fallgruppe IVb, F 46



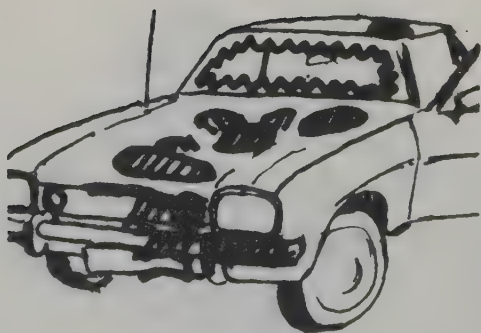
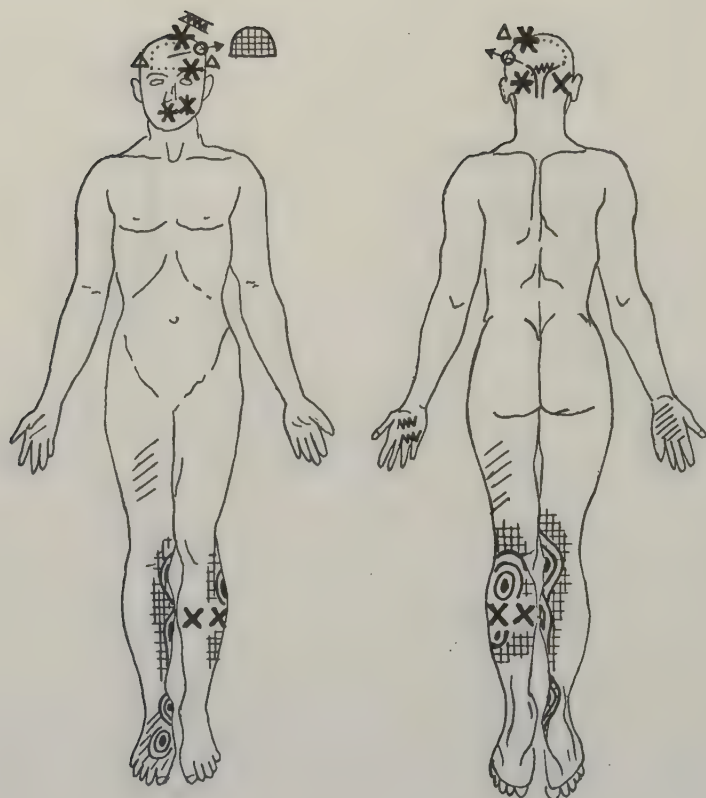
1. 17J; ♀; 1,64m; 62kg
2. 50 - 60 km/h; ungebr.
Unfallflucht!
3. in Fahrtrichtung, re
Fb-Rand; Landstr.
4. re lateral
dorsale Anstoßrichtg.
unwahrscheinlich, da
li Körperhälfte unver-
letzt
5. Z. L. bei Schädel-
brüchen

Abb. 56: Fallgruppe IVb, F`49



1. 56J; ♂; 1,66m; 61kg
2. 60 - 70 km/h; ungebr.
3. li → re (Fahrer)
"F. ist ganz sicher
gelaufen." (Beifahrer)
4. re latero (dorsal)
NB Oberschenkelfraktur
5. Z. L. bei Fraktur der
Halswirbelsäule

Abb. 57: Fallgruppe IVb, F 60



1. 53J; ♂; 1,60m; 50kg
2. 70 - 80 km/h; Bremsung im Moment der Kollision
3. unbekannt
"Sah nur einen Schatten." (Fahrer)
4. li lateral
5. Z. L. bei Schädelzertrümmerung u. Austritt d. Gehirns.

Abb. 58: Fallgruppe IVb, F 86

VI. Vergleich u. Diskussion der Fallgruppen: Ergebnisse

Im folgenden Vergleich der 5 Fallgruppen wird untersucht, ob sich die aus der Modellanalyse gefolgerte unterschiedliche Unfallmechanik in den Beschädigungsbildern und in der Art, Schwere und Häufigkeitsverteilung der Verletzungen widerspiegelt und welche Besonderheiten sich ergeben.

Wird über alle Arten von Schädelbrüchen summiert, so zeigt sich der Schädel in allen Gruppen in etwa der Hälfte der Fälle frakturiert. Auch bei Aufteilung in Kalotten-, Schädelbasis- und Kiefer/Nasenbeinfrakturen unterscheiden sich die Fallgruppen nicht wesentlich. Stets ist die Schädelbasis häufiger als das Schädeldach, der Gesichtsschädel hingegen selten betroffen. Wird jedoch nach dem Schweregrad unter Bezug auf die Fahrzeugschäden differenziert, so sieht man, daß nur der Aufschlag auf Rahmenteile der Fahrgastzelle, nicht aber der Aufprall auf die Motorhaube (Siehe Fallgruppe II) zu schwerster Schädeltraumatisierung führen kann. Hierbei fällt die Gruppe III mit ihrer hohen Quote an kompletten Schädelzertrümmerungen auf, die sich möglicherweise noch erhöht hätte, wenn es auch in den Fällen B2, B4 und B6 zu einem 2. Kontakt mit dem Pkw gekommen wäre. Bemerkenswert häufig sind Schädeltrümmerfrakturen auch noch in Gruppe I, in Anbetracht der hier niedrigen Anstoßgeschwindigkeiten. Günstig in dieser Hinsicht schneidet die Keilform

des VW-Käfers ab, da in den Gruppen IVa und IVb vergleichbare Schädeltraumata weitgehend fehlen (In Fall F66 aus IVb handelt es sich um einen Ford Capri). Fast ausnahmslos finden sich Zeichen der Contusio bzw. Compressio cerebri wie Blutungen unter die Hirnhäute und/oder in das Parenchym und/oder in das Ventrikelsystem von wechselnder Intensität. Gehirnzertrümmerungen finden sich vor allem in Fallgruppe III, große Kontusionsherde auch in Fallgruppe I, parallel zum gehäuften Auftreten schwerer Schädelfrakturen in diesen Gruppen. Ebenfalls fast ausnahmslos sind in allen Gruppen die äußeren Kopfweichteile, insbesondere die Kopfschwarte unterblutet, was z.T. wohl auch auf den Straßenaufprall zurückzuführen sein dürfte. Höherer Aussagewert kommt den Durchtrennungen der äußeren Kopfweichteile zu. Bei nahe regelmäßig finden sich Riß- bzw. Platzwunden in Gruppe IVa, auffällig selten in Gruppe II, in mittlerer Häufigkeit in den übrigen Gruppen, in Gruppe III fast ausschließlich in Verbindung mit Schädel-Hirn-Zertrümmerung. Allgemein zeigen sich Durchtrennungen der Kopfschwarte dann, wenn es zum Kontakt mit kantigen Fahrzeugstrukturen wie Frontscheibenumrahmung oder Regenrinne gekommen war. Das weitgehende Fehlen von Durchtrennungen der äußeren Kopfweichteile in Gruppe II ist ebenso wie die relativ mäßige Schädel-Hirntraumatisierung durch die konturarme, und leicht verformbare Motorhaubenoberseite zu erklären, die die aus der Modellanalyse erwartete hohe Aufschlaggeschwindigkeit des Kopfes

nicht so stark wirksam werden läßt. Zudem ist zu diskutieren, ob die Schulter hier einen gewissen Schutz für den Kopf ausübt, der z.B. in Fallgr. III fehlt, da hier die Schulter die Frontscheibe durchschlagen kann. In Fallgr. IVa zeichnen sich die Kopfplatzwunden durch ihre Länge, Scharfrandigkeit und den annähernd cranio-caudalen Verlauf aus und sind mit großer Wahrscheinlichkeit auf den Anprall gegen die beim VW-Käfer besonders hervorstehende Regenrinne zu beziehen. Das Fehlen gleichzeitiger Schädelfrakturen in einigen Fällen, insbesondere aber die hohe Rate an Luxationen des Atlanto-Occipitalgelenkes und Frakturen der Halswirbelsäule bestätigen zusammen mit den Beschädigungsbildern eindrucksvoll die Modellvorstellung, wonach der Kopf beim 2. Kontakt mit dem Fahrzeug das Dachniveau überragt bei erheblicher Scher-Zugbelastung der Halswirbelsäule. Ähnlich häufig fand sich ein Schleudertrauma dieses Wirbelsäulenabschnitts nur noch beim schwerpunktnahen Anstoß der Fallgruppe II, wobei hier die axial gerichtete Zugbeanspruchung während der Rotationsphase des Oberkörpers ausschlaggebend sein dürfte. Das weitgehende Fehlen eines solchen Traumas in Gruppe III (und IVb) stimmt überein mit dem theoretischen Ergebnis, wonach bei dieser Anstoßgeometrie der Momentanpol der Drehbewegung im Kopf-Halsbereich liegen soll. Ob die Luxation des Atlanto-Occipitalgelenkes in einigen Fällen der Gruppe I als ein Schleudertrauma bei lateralem Anstoß aufgefaßt werden kann, ist

wegen der nicht eindeutig klärbaren Anstoßrichtung nicht zu entscheiden.

Die massive Traumatisierung des knöchernen Thorax beim sehr tiefen dorsalen Anstoß der Gruppe IVa erklärt sich aus der Tatsache, daß der beim ersten Kontakt nahezu unbeschleunigt gebliebene Oberkörper auf die steife Frontscheibenumrahmung prallt, mit einer Relativgeschwindigkeit, die der Fahrzeuggeschwindigkeit entspricht. Eine ähnlich ausgeprägte Frakturierung der Rippen zeigt nur noch Fallgruppe I, was einleuchtet, da beim hochflächigen Anstoß die prinzipiell gleiche Situation vorliegt. Während Fallgruppe II hinsichtlich Rippenfrakturen eine Mittelstellung einnimmt, ist die Kompressionsbelastung des Thorax in den Gr. III und IVb gering, da hier der 2. Kontakt hauptsächlich zwischen Kopf und Windschutzscheibenumrahmung erfolgt, wie aus den Beschädigungsbildern hervorgeht. Als Prädispositionsstellen der Rippenfrakturen, die sehr häufig als mehrfache Serienfrakturen aufzutreten pflegen, sind allgemein die Paravertebral- und Axillarlinien zu bezeichnen. Handelt es sich bei den Rippenfrakturen um reine Anprallfolgen, so erscheint die Brustwirbelsäule wegen ihrer beschränkten Beweglichkeit insbesondere nach lateral und dorsal auch durch bloße Biegebeanspruchung gefährdet. Die aus der mathematischen Simulation abzuleitende Zug-Biegebelastung des Oberkörpers während der

Rotationsphase beim schwerpunktnahen Anstoß wird durch die hohe Rate an Wirbelfrakturen resp. Zwischenwirbelscheibenzerreißen bestätigt. Natürlich kann die Brustwirbelsäule auch durch heftige Gewalteinwirkung von dorsal traumatisiert werden, wie die Gruppe IVa mit wenigen Fällen beweist. Der Schweregrad der inneren Thoraxverletzungen entspricht in allen Fallgruppen grob dem Ausmaß der Traumatisierung des knöchernen Thorax, doch zeigen sich gerade hier gruppenspezifische Unterschiede. Demzufolge liegen die Gruppen IVa und I mit Lungenquetschungen und Blutungen in die Pleurahöhlen an der Spitze, mit deutlichem Abstand gefolgt von den Gruppen II und III. Dabei ist die regelmäßige Koinzidenz von Lungenkontusion und Rippenserienfraktur in Gruppe IVa hervorzuheben. Lungenkontusionen ohne gleichzeitige Rippenserienfrakturen zeigen Fall F24 aus III und Fall F48 aus IVb, was eine große Elastizität des knöchernen Thorax voraussetzt (Alter!). Hämato-perikard/Herzkontusionen und Aortenrupturen tauchen nur in den Gruppen I und II auf, während Zerreißungen von Leber und/oder Milz außer in den genannten auch noch in Gruppe IVa zu finden sind. Offensichtlich werden Herz und Aorta bei streng dorsaler Gewalteinwirkung durch die Wirbelsäule geschützt. Die auffallend hohe Quote von Aortenrupturen in Fallgruppe II (Abriß stets am Abgang vom Herz und/oder an der Einmündung des ehemaligen Ductus BOTALLI) dürfte

auf die spezifische Unfallmechanik dieser Gruppe mit ihren großen cranialwärts gerichteten Fliehkräften zurückzuführen sein. Doch scheint eine Schleuderbewegung des Oberkörpers nicht notwendige Voraussetzung für diese Art von Verletzung zu sein, da die Aortenruptur zweimal auch beim hochflächigen Anstoß der Fallgruppe I gefunden wurde. Inwieweit eine Vorschädigung der Aorta (Sklerose) als Kofaktor für den Abriß in Frage kommt, muß dahingestellt bleiben.

Als zweite typische Verletzung der Fallgruppe II ist die Zwerchfellruptur zu nennen, die in keiner der übrigen Gruppen gesehen wird.

Das Fehlen innerer Organverletzungen in den Gruppen III und IVb unterstreicht deren Verwandtschaft hinsichtlich der Unfallmechanik.

Frakturen des Beckens und der unteren Extremität sind in der Regel primäre Anstoßverletzungen. Entsprechend dem Auswahlkriterium für die Gruppeneinteilung finden sich Beckenverletzungen vor allem in Fallgruppe II, die Oberschenkelverletzungen in Fallgruppe III. Im Gegensatz dazu ist die Unterschenkelfraktur nicht auf die Fallgruppe IV beschränkt, sondern mit sehr großer Häufigkeit auch in den Fallgruppen II und III anzutreffen. In diesen beiden Gruppen fungiert also die Stoßstange als zweites, distal gelegenes Stoßzentrum (das aber unfallmechanisch eine untergeordnete Rolle spielen dürfte), während sie in Fallgruppe IV den Hauptstoß ausführt. Überraschenderweise zeichnet sich die Fallgruppe I

durch das weitgehende Fehlen von Frakturen der unteren Körperhälfte aus. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß hier die Kollisionsgeschwindigkeit im Mittel deutlich niedriger liegt als in den übrigen Gruppen, und in der Hälfte der Fälle die Straßenbahn Kollisionspartner war, bei der eine Stoßstange fehlt. Es spricht aber auch einiges dafür, daß die Beschränkung der schweren Verletzungen auf die obere Körperhälfte in der besonderen Unfallmechanik der Fallgruppe I begründet liegt, da bei den Kollisionen mit VW-Kombis ebenfalls keine Beinfrakturen entstanden. Nur in den Fallgruppen IVb und II wurde die vom Hauptstoß getroffene Körperregion (Unterschenkel beziehungsweise Becken) ausnahmslos frakturiert. Am Becken wurden vor allem die "Nahtstellen", wie Darmbein-Kreuzbeingelenke und die Symphyse gesprengt. In Fallgruppe IVa, in der sich die primäre Kontaktzone wie in Gruppe IVb auf die Unterschenkel allein beschränkt, sind Schien- und/oder Wadenbein jedoch nur in etwa drei Viertel der Fälle frakturiert. Dies mag vielerlei Gründe haben, wie z.B. geringere wirksam werdende Massen beim dorsalen schwerpunktfernen Kontakt. Außerdem ist hier der schützende Weichteilmantel als Mitursache zu diskutieren.

Einen zusammenfassenden Überblick über die Verteilung der Verletzungen in den einzelnen Fallgruppen liefert Abbildung 59.

Zu den Beschädigungsbildern:

Während die Beschädigungen bei Straßenbahn, Lkw und Omnibus in Fallgruppe I infolge des Zusammentreffens von meist niedrigen Kollisionsgeschwindigkeiten und der relativ hohen Steifheit der Karosserien dieser Fahrzeuge unbedeutend sind oder auch ganz fehlen, zeigen die Pkws, entsprechend der unterschiedlichen Reichweite der Fußgängerbewegung, zwei Arten von Beschädigungsbildern: Beim schwerpunktnahen Anstoß der Fallgruppe II eine ausgedehnte Einbeulung der Motorhaube und der Frontpartie ohne Splitterung der Windschutzscheibe, in den Gruppen III, IVa und b zusätzliche Kontaktmarken an der Umrahmung der hier meist zertrümmerten Windschutzscheibe und/oder am Pkw-Dach, wobei sich die Verbeulung der Motorhaube bei Pkws der Pontonform auf den vorderen Abschnitt beschränkt.

Da neben der Anstoßgeometrie auch die Kollisionsgeschwindigkeit das Verletzungsmuster maßgeblich prägt, wird in den Abbildungen 60 - 64 in Form von Fallübersichten das Auftreten der (wesentlichen) Verletzungen in Abhängigkeit von der Anstoßgeschwindigkeit dargestellt. Zugleich ist ein rascher Überblick darüber möglich, wie sich die Verletzungen im Einzelfall kombinieren.

Folgende Zeichen werden verwendet:

- X Fraktur, X Trümmerfraktur
- + Organ- bzw. Integumentverletzung
- M schwere Muskelkontusion
- () nicht gewertet

Fall-Nr.	F57	B 5	F54	F28	F18	F69	F16	F33	F40	F23	F67	F27
Alter	83	63	57	72	61	78	64	69	43	66	67	75
Geschlecht	♀	♀	♂	♂	♂	♀	♂	♀	♀	♀	♂	♂
Größe	154	?	175	157	170	156	162	156	147	147	173	175
Rißw. (Kopf)	+				+		+			+		
Schädelfr.		X			X		X	X	X	X		X
AOG + HWS						X		X		X		
BWS												
Rippen			X	X		X		X	X	X	X	X
Lungen								+	+	+	+	+
Aorta										+	+	
Zwerchfell												
Leber+Milz				+						+	+	+
Becken								M		X		
Femur											M	
Tibia/Fib.												X
km/h ca.	20	20	20/ 30	20/ 30	25/ 30	30	30	30/ 35	30/ 40	?	50	80/ 90
Todesurs.	Kreislaufversagen infolge Herzquetschung Herzversagen infolge Herzquetschung Z. l. bei Zerreißung des AOG Z. l. bei Schädel-Hirntrauma Z. l. bei Schädelbrüchen Z. l. bei Zertümmern. d. Schädelbasis Pneumonie in Verbindg. m. Ripp.-Serienfr. Z. l. bei Schädelbrüchen u. Pneumonie Kreislaufversagen († 4 Wo. nach Unfall) Herz- und Kreislaufversagen Z. l. bei Schädelbrüchen Todesursache anat. nicht feststellbar											

Abb. 60: Fallgruppe I - Fallübersicht

Fall-Nr.	B 9	F12	B 7	B16	F62	F61	F48	F59	F51	F52
Alter	45	55	31	30	63	54	64	77	66	54
Geschlecht	♀	♀	♂	♀	♀	♀	♀	♀	♂	♂
Größe	?	163	160	151	152	150	152	157	154	150
RiBw. (Kopf)					+	+				+
Schädelfr.			X	X		X	X		X	
AOG + HWS				X	X	X	X			
BWS						X	X	X	X	X
Rippen					X			X	X	X
Lungen									+	+
Aorta					+		+	+	+	
Zwerchfell							+		+	+
Leber+Milz				+			+			
Becken	X	X	X	X	X	X	X	X	X	=
Femur				M	M	X				
Tibia/Fib.		X	X	M	X	X	X	X	X	=
km/h ca.	20/ 40	40	40	40	40/ 50	55	60	65	65/ 70	130
Todesurs.	nicht tödlich	Pneumonie (+ 8 Tage nach Unfall)	nicht tödlich	Z. L. b. Schädelfraktur.; Abriss Med. obl.	Verbluten aus Aorta	Z. L. b. Schädelfraktur.; Abriss Halsmark	Z. L. b. Zerreißg. d. AOG; Verbl. Aorta	Verbluten bei Ruptur der Aorta	Z. L. b. Schädelfraktur.; Verbl. Aorta	Z. L. bei Zerreißung in mehrere Teile

Abb. 61: Fallgruppe II - Fallübersicht

Fall-Nr.	A 1	F63	F26	F10	F55	B 2	B 4	B 6	B17	F24	B14	B 3	F15
Alter	60	74	74	68	57	57	17	36	46	?	72	54	24
Geschlecht	♂	♂	♀	♂	♂	♂	♀	♂	♂	♂	♂	♂	♂
Größe	?	172	160	170	172	?	?	183	171	168	175	167	162
Rißw. (Kopf)	+				+				+	+		+	+
Schädelfr.		X		X	X		X		X	X	X	X	X
AOG + HWS										X			
BWS				X									(X)
Rippen				X					X				(X)
Lungen										+			(+)
Aorta													
Zwerchfell													
Leber+Milz													(+)
Becken						X		X	X				
Femur	X	M	X	X	X	X	X	M	X	X	X	M	X
Tibia/Fib.	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	M
km/h ca.	20	20/ 30	40	40/ 50	40/ 50	50	50	50	50/ 60	65/ 70	65/ 75	80	80/ 90
Todesurs.	nicht tödlich	Lungenembolie m. Pneumonie († nach 7g)	Lungenembolie († nach 14 Tg)	Z. l. b. multipl. Schädelfrakt.	Z. l. b. multipl. Schädelbrüchen	nicht tödlich	nicht tödlich	massive Lungenembolie († nach 18 Tg)	Z. l. b. multipl. Schädelfrakturen	Z. l. b. Schädel-Hirnzerttrümmerung	Z. l. b. Schädelzerttrümmerung	Z. l. b. Trümmerfr. d. Schädels	Z. l. b. Schädel-Hirnzerttrümmerung

Abb. 62: Fallgruppe III - Fallübersicht

Fall-Nr.	B10	B13	F39	B12	F36	F64	F 1	F41
Alter	28	40	36	69	68	62	59	59
Geschlecht	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂
Größe	?	190	175	168	175	166	170	168
Rißw. (Kopf)	+		+	+	+	+	+	+
Schädelufr.		X		X			X	X
AOG + HWS		X		X	X	X		X
BWS				X	X			
Rippen		X	X	X	X	X	X	X
Lungen		+	+	+	+	+	+	+
Aorta								
Zwerchfell								
Leber+Milz		+	+			+		+
Becken								
Femur								
Tibia/Fib.	X	X	X	X	M	M		X
km/h ca.	40/ 50	40/ 50	60	60	60/ 70	60/ 70	60/ 70	?
Todesurs.	nicht tödlich	Z. L. b. Schädelbrüchen	Z. L. in Verbindg. m. Ausbluten (Lunge)	Z. L. b. Schädelufr. u. Frakt. d. HWS	Z. L. b. Zerreißg. d. AOG	Z. L. b. Frakt. HWS; Durchtrenng. HM	Z. L. b. multipl. Schädelbrüchen	Z. L. b. Schädelufr. u. Abris d. HM

Abb. 63: Fallgruppe IVa - Fallübersicht

Fall-Nr.	F21	F 6	F58	A 5	A 7	F56	B 1	F46	F49	F60	F66
Alter	77	82	87	45	40	28	30	27	17	56	53
Geschlecht	♀	♂	♂	♀	♀	♀	♂	♂	♀	♂	♂
Größe	147	169	167	?	?	175	?	167	164	166	160
Rißw. (Kopf)				+			+	+		+	+
Schädel					X	X	X	X	X		X
AOG + HWS										X	
BWS											
Rippen										X	
Lungen									+	+	
Aorta											
Zwerchfell											
Leber+Milz											
Becken											
Femur								X		X	
Tibia/Fib.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
km/h ca.	20/ 30	30	25/ 35	40	40/ 45	40/ 50	45/ 50	50	50/ 60	60/ 70	70/ 80
Todesurs.		Sepsis, ausgeh. (♣ nach 6 Wo.)	Myokardinfarkt? (♣ nach 4 Tg.)	Pneumonie (♣ nach 4 Wo.)	nicht tödlich	nicht tödlich	abszed. Pneumonie (♣ nach 6 Wo.)	nicht tödlich	Todesurs. nicht sicher nachweisbar	Z. L. b. Schädel-Hirnzertümmung	Z. L. b. Schädel-Hirnzertümmung

Abb. 64: Fallgruppe IVb - Fallübersicht

Bei niedrigen Anstoßgeschwindigkeiten bestehen die Verletzungsmuster nur aus den jeweiligen primären Anstoßverletzungen. Ab 40 km/h erscheinen in allen Fallgruppen mit recht großer Regelmäßigkeit Schädelfrakturen, in Gruppe III vornehmlich Schädelzertrümmerungen, sofern es zum 2. Kontakt mit dem Fahrzeug kam. Während die Verletzungsmuster in den Gruppen III und IVb mit steigender Kollisionsgeschwindigkeit nahezu unverändert bleiben, treten in Gruppe I und II Luxationen des Atlantoooccipitalgelenkes bzw. Frakturen der Halswirbelsäule, Rippenserienbrüche und Rupturen bzw. Kontusionen der Innenorgane hinzu.

Gruppe II zeigt bei höheren Geschwindigkeiten auffällig viele Frakturen der Brustwirbelsäule und Rupturen von Aorta und Zwerchfell.

Gruppe IVa fällt dadurch auf, daß Kopf-, Hals-, Rippen- und innere Thoraxverletzungen mit sehr großer Regelmäßigkeit auftreten. Allerdings liegt nur ein enges Spektrum aus dem mittleren Geschwindigkeitsbereich vor.

In Gruppe I entstehen bereits bei Geschwindigkeiten ab 20 km/h relativ schwere Verletzungen, deren Herkunft z.T. unsicher ist, da entsprechende Schäden an den Fahrzeugen (meist Straßenbahn) häufig fehlen.

Die Fallübersichten machen deutlich, daß es bei hohen Anstoßgeschwindigkeiten nicht zu einer Angleichung, sondern zu einer Betonung der Unterschiede zwischen den Verletzungsmustern der 5 Fallgruppen kommt.

VII. Schlußbemerkungen

Durch die detaillierte Analyse von Verletzungsmustern und Beschädigungsbildern bei Fußgänger-Kraftwagen-Unfällen unter Berücksichtigung der Anstoßgeometrie konnten die aus mathematischen Modellbetrachtungen gefolgerten Gesetzmäßigkeiten weitgehend bestätigt werden. Es hat sich gezeigt, daß auch das extrem einfache und mathematisch leicht zu handhabende Zweistabmodell durchaus geeignet ist, für die praktische Rekonstruktion den Bewegungsablauf der Fußgänger soweit einzuschränken, daß weitreichende Rückschlüsse bezüglich der Verletzungsmechanik gezogen werden können. Dies gilt besonders dann, wenn der Fußgänger voll getroffen wurde und die Einordnung in eine der Fallgruppen eindeutig möglich ist.

Einer eigenen Untersuchung bedürfen zweifellos Streifstöße, bei denen der Fußgänger nicht voll getroffen wurde. Hierüber liegen bisher keine mathematischen Modellbetrachtungen oder Simulationen vor.

Erhebliche Abweichungen von den theoretischen Ergebnissen ergaben sich beim sehr tiefen lateralen Anstoß. Diese Fälle wurden in einer eigenen Fallgruppe (IVb) zusammengefaßt. Einerseits unterstellt hier das einfache Zweistabmodell den für die Beugung des Rumpfes zuständigen Gelenken eine unphysiologische Beweglichkeit, andererseits zeigt das völlige Fehlen von Biegeverletzungen der Wirbelsäule und des Beckens, daß eine solche Abwin-

kelung durch die Anstoßkräfte auch nicht erzwungen wurde. Beim tiefen lateralen Stoß ist daher eher das Einstabmodell anzuwenden, wenn auf kompliziertere Modelle verzichtet werden soll. Dies wird auch durch die weitgehende Übereinstimmung der Verletzungsmuster der Fallgruppe IVb mit denen der Fallgruppe III gestützt, in welcher das Zweistabmodell aus physikalischen Gründen sich in ein Einstabmodell zurückverwandelt.

Dennoch besteht zwischen der Mechanik beider Gruppen ein gradueller Unterschied. Infolge des distalen Anstoßes in Gruppe IVb ist die Rotationsbeschleunigung hier geringer als in Gruppe III, was offenbar in der geringeren Schädel-Hirn-Traumatisierung zum Ausdruck kommt.

Natürlich muß stets im Auge behalten werden, daß Ein- und Zweistabmodelle sehr grobe Vereinfachungen der tatsächlichen anatomischen Verhältnisse darstellen. Die am Modell errechneten Drehbeschleunigungen und Aufprallgeschwindigkeiten sind vorsichtig zu beurteilen, da z.B. der zu überwindende Widerstand beim Abknicken des Rumpfes beim lateralen und dorsalen Anstoß im Schwerpunktsbereich (Fallgruppe II) ebenso unberücksichtigt bleibt wie die trotz der erheblichen Steifheit des Körpers vorhandene Biegeelastizität bei seitlicher Biegebeanspruchung, insbesondere beim tiefen lateralen Anstoß (Fallgruppe IVb). Annähernd reibungsfrei verläuft nur die Beugung des Rumpfes nach ventral, wie sie beim (seltenen) frontalen, schwerpunktsnahen oder beim dorsalen, sehr tiefen Anstoß realisiert wird.

Zwar können bei der mathematischen Simulation auch kompliziertere Modelle zur Nachbildung der Eigenschaften des menschlichen Körpers herangezogen werden, doch sind im realen Einzelfall die dazu notwendigen Parameter meist unbekannt. Der Vorteil der mathematischen Simulation liegt zweifellos in der Möglichkeit, die experimentellen Bedingungen beliebig zu variieren. Die Abstraktion der Modelle erfordert jedoch eine ständige experimentelle Kontrolle der Ergebnisse. Dazu werden in erster Linie Experimente mit Testpuppen (Dummies) durchgeführt. Diese, aus finanziellen und technischen Gründen nur im unteren und mittleren Geschwindigkeitsbereich durchführbaren Versuche stellen sicherlich die eindrucksvollste Simulation des Fußgängerunfalles dar. Sie sind zum Studium des Bewegungsablaufes und zur Ermittlung der auftretenden mechanischen Belastungen unerlässlich, gestatten jedoch für sich allein keine Aussage über die Vulnerabilität des menschlichen Körpers. Hierzu erscheint vielmehr die Auswertung der unfreiwilligen "Experimente" auf der Straße geeignet, da hierdurch Beziehungen zwischen den am theoretischen Modell oder in Dummy-Versuchen gewonnenen Daten und den tatsächlichen Verletzungen hergestellt werden können.

So wurde in der vorliegenden Untersuchung an einem beschränkten Kollektiv von Fußgänger-Verkehrsunfällen auf der Basis mathematisch-theoretischer Modellvorstellungen die Abhängigkeit der Art und Verteilung von Ver-

letzungen von der Anstoßgeometrie gezeigt. Dazu ist noch anzumerken, daß das Untersuchungsgut sicherlich keinen repräsentativen Querschnitt verunglückter Fußgänger darstellt, da es sich in der überwiegenden Mehrzahl um Unfälle mit tödlichem Ausgang handelt. Eine Ergänzung dieser Untersuchungen mit klinischem Material scheint vonnöten.

VIII. Zusammenfassung

1. Die Kenntnis der beim Fußgänger-Verkehrsunfall entstehenden Verletzungsmuster und Beschädigungsbilder und insbesondere der Zusammenhänge mit der Mechanik des Kollisionsvorganges ist von vielschichtiger Bedeutung sowohl für Unfallrekonstruktion, Forensik und kurative Medizin, als auch für biomechanische Grundlagenforschungen und Fragen der Verkehrssicherheit.

Die von BEIER durchgeführte mathematische Simulation am Zweistab zeigt den Einfluß der Anstoßgeometrie (d.h. der Abstand des primären Anstoßes vom Körperschwerpunkt) auf den Bewegungsablauf und die Art und Verteilung der Verletzungen des Fußgängers auf.

Dazu werden 4 Fallgruppen vorgeschlagen, die sich in charakteristischer Weise voneinander unterscheiden.

Fallgruppe I behandelt den hochflächigen Stoß von Fahrzeugen mit kastenförmiger Bauweise. In Fallgruppe II trifft der primäre Anstoß den Körperschwerpunkt (Becken). Kopf und Oberkörper rotieren um die Pkw-Haubenkante. Fallgruppe III ist gekennzeichnet durch den ersten Kontakt 20 - 30 cm unterhalb des Schwerpunkts (etwa mittleres Drittel des Oberschenkels). Der Fußgänger dreht sich in gestreckter Haltung um die Haubenkante. Fallgruppe IV repräsentiert den tiefen Anstoß (Unterschenkel) bei aufgewölbter Keilform des Pkw. Der Fußgänger prallt in nahezu sit-

zender Position gegen die Fahrgastzelle.

2. Unter Hinzuziehung von Obduktionsprotokollen, Krankengeschichten und Gerichtsakten wurden die Verletzungsmuster und Beschädigungsbilder bei 54 Fußgänger-Verkehrsunfällen unter Berücksichtigung der theoretischen Modellvorstellungen analysiert. Dabei machte die Inhomogenität der Verletzungsmuster beim tiefen Anstoß eine Unterscheidung der Fallgruppe IV zwischen dorsalem (IVa) und lateralem (IVb) Anstoß nötig.
3. Die Untersuchung brachte folgende Ergebnisse:
 - a) Bei der einfachen Unfallmechanik der Gruppe I sind Kopf und Thorax am stärksten exponiert. Becken- und Beinverletzungen treten sehr selten auf. In manchen Fällen dürfte die Traumatisierung des Kopfes auch dem Straßenaufprall zuzuschreiben sein.
 - b) In Gruppe II sind die Verletzungen relativ gleichmäßig über alle Körperregionen verteilt. Auffällig ist die hohe Quote von Luxationen des Atlantooccipitalgelenkes und Frakturen der Hals- und Brustwirbelsäule. Die Charakteristika bilden die Aorten- und die Zwerchfellruptur.

Das Beschädigungsbild beschränkt sich auf den Pkw-Vorbau (keine Splitterung der Windschutzscheibe).
 - c) Die Verletzungsmuster der Gruppen III und IVb (lateralen Anstoß) sind nahe verwandt und lassen auf eine ähnliche Unfallmechanik schließen. Neben primären Anstoßverletzungen an den Beinen zeigen sich

vor allem Schädel-Hirntraumata, in Gruppe III von besonders schwerer Art, während Schleudertraumata der Halswirbelsäule und Thoraxverletzungen weitgehend fehlen.

Die Fahrzeugbeschädigungen erstrecken sich bis zur Windschutzscheibe und zum Pkw-Dach.

d) Die Gruppe IVa (dorsaler Anstoß) zeigt sehr einheitliche Verletzungsmuster. Die Belastung des Atlantooccipitalgelenkes, der Halswirbelsäule und des Thorax steht im Vordergrund, jedoch bleiben Herz und Aorta unverletzt. Bei VW-Käfern verursacht die Dachrinne eine Durchtrennung der Kopfschwarte in typischer Ausprägung.

e) Die Untersuchung hat gezeigt, daß eindeutige Beziehungen (vor allem im mittleren und höheren Geschwindigkeitsbereich) zwischen Anstoßgeometrie, Bewegungsmechanik, Verletzungsschwere und Beschädigungsbildern bestehen und eine Gruppeneinteilung mit der Höhe des primären Kontaktes als Auswahlkriterium zur Analyse von Fußgänger-Kraftwagenunfällen sinnvoll ist.

IX. Literaturverzeichnis

1. G. BEIER:
Anstoßgeometrie und Verletzungsbild beim tödlichen Fußgänger-Pkw-Unfall
Beiträge z. gerichtl. Medizin 31, 65; 1973
2. H. GLÖCKNER:
Beitrag zur Simulation des Zusammenstoßes
Fahrzeug-Fußgänger
Z. Automobilindustrie, Heft 4; S. 71; 1973
3. S. KAMIYAMA, R. KÄPPNER und G. SCHMIDT:
Verletzungskombinationen bei tödlichen Verkehrsunfällen
Mschr. Unfallheilk. 74, S. 10-30; 1971
4. S. KAMIYAMA und G. SCHMIDT:
Beziehungen zwischen Aufprallgeschwindigkeit, Fahrzeugbeschädigungen, Frakturen und "Wurfweite" bei 50 tödlichen Fußgänger-Pkw-Unfällen
Z. Rechtsmedizin 67, S. 282-292; 1970
5. J. ELSHOLZ:
Fußgängerunfälle
Information, Heft 69, S. 3; 1969
6. H. APPEL, A. KÜHNEL und H. RAU:
Einfluß der Eigenbewegung eines Fußgängers auf die Verformung des Fahrzeugvorbaus beim Zusammenstoß Fahrzeug-Fußgänger
Forschungsbericht Nr. 183; Institut für Kraftfahrzeuge, TU Berlin; 1973

7. Research in Impact Protection for Pedestrians
and Cyclists
CAL Report Nr. VJ-2672-V-2
Cornell Aeronautical Lab., Inc., Buffalo; 1971
8. U. WANDERER und H. WEBER:
Interdisziplinäre Unfallforschung am Unfallort
Z. Der Verkehrsunfall, Bd. 12, S. 171 bzw. 189;
1974
9. G. STÜRTZ, G. SUREN, L. GOTZEN und K. RICHTER:
Analyse von Bewegungsablauf, Verletzungsursache,
Verletzungsschwere und Verletzungsfolge bei Fuß-
gängerunfällen mit Kindern durch Unfallforschung
am Unfallort
Z. Der Verkehrsunfall, Bd. 13, S. 29; 1975

LEBENS LAUF

27. 12. 1947 geboren in Miltenberg als Sohn des
Flüchtlingskommissars Nikolaus
PFRIEM und seiner Ehefrau Hortense,
geb. MAIER
- 1954 - 1958 Besuch der Volksschule in Würzburg
und München
- 1958 - 1967 Besuch des Maria-Theresia-Gymnasiums
in München
- 1967 Abitur und Beginn des Studiums der
Humanmedizin an der Universität Mün-
chen
- 1970 Ärztliche Vorprüfung
- 1971 Heirat mit Frä. Pia GUTH
- 1974 Ablegung des medizinischen Staats-
examens an der Universität München und
Beginn der Medizinalassistentenzeit
- 1976 Erteilung der Approbation

